

MORFOANATOMIA DOS ÓRGÃOS VEGETATIVOS  
DE *ALOYSIA HATSCHBACHII* MOLDENKE  
(VERBENACEAE)

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Botânica do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

CURITIBA

1995



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

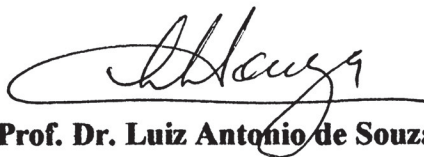
**Morfoanatomia dos órgãos vegetativos de *Aloysia Hatschbachii* Moldenke  
(VERBENACEAE).**

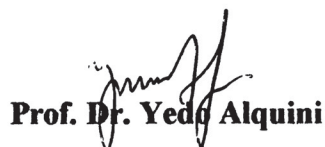
**por**

**SIMONE SEGECIN**

**Tese aprovada como requisito parcial para a  
obtenção do grau de mestre no Curso de Pós-  
Graduação em Botânica, pela Comissão for-  
mada pelos Professores:**

**Orientador:**

  
**Prof. Dr. Luiz Antonio de Souza**

  
**Prof. Dr. Yedo Alquini**

  
**Prof.ª Dr.ª. Graciela Inez Bolzon de Muñiz**

**Curitiba, 24 de março de 1995**



## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Dalva Stolle e  
Francisco Segecin (*In memori-*  
*an*).  
À minha irmã, Rosemeri Segecin  
Moro.  
Com amor, dedico este trabalho

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Dr. Luiz Antonio de Souza pela orientação, incentivo, confiança, tolerância e amizade.

Ao professor Dr. Yedo Alquini, Coordenador do Curso de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal do Paraná, pela co-orientação, auxílio e ensinamentos sempre que solicitado.

Aos professores do Curso de Pós-graduação, que me despertaram para o valor da pesquisa.

Às colegas de mestrado.

À Onéia Dias de Souza, secretária da Coordenadoria de Pós-graduação, sempre gentil e solícita.

À minha irmã, Rosemeri S. Moro, professora do curso de Biologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa - Paraná, pelo incentivo e apoio constante.

À minha mãe, Dalva Stolle, sempre prestativa e cobrando resultados.

Ao professor Dr. Armando Carlos Cervi, pela atenção e apoio.

Ao Dr. Gerdt Hatschbach, pela atenção e auxílio prestados.

Aos funcionários do Museu Botânico Municipal de Curitiba, em especial à bióloga Clarisse B. Poliquesi, pela atenção e amizade.

Em especial ao Prof. Márcio Chimelli, do Departamento de Farmácia da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Paraná, pela valiosa orientação, amizade e atenção amplamente demonstrada.

Ao Prof. Dr. Cavasani, pela orientação e atenção.

Ao Centro de Microscopia Eletrônica (CME) da Universidade Federal do Paraná, pelo atendimento e facilidades colocadas à disposição, em especial à funcionária Vera Regina Fontana Pionteke.

Ao colega e mestre Antonio Dunaiski Filho, pela colaboração e amizade.

Ao Departamento de Biologia Geral da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pelo auxílio e facilidades prestadas.

Aos funcionários Jeferson José da Silva e Marilson de Paula, do Setor de Recursos Audiovisuais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela valiosa colaboração.

Ao Departamento de Jornalismo da Universidade Estadual de Ponta Grossa, em especial ao funcionário Adriano Forbek, pela sua orientação e amizade.

Ao Departamento de Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pelo auxílio prestado.

Ao funcionário e colega Nilson Belém Filho, aos ensinamentos e auxílio em Microtécnica vegetal.

Ao Centro Nacional de Pesquisa (CNPq), pelo subsídio financeiro, concedido através de bolsa de estudo.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Graciela I. B. Muñiz, pela valiosa orientação e atenção.

À funcionária Soli Maria Dar Comuni, do Laboratório de Anatomia da Madeira da UFPr., pela valiosa colaboração.

Ao Prof. Lincoln Lopes Teixeira, pela auxílio prestado.

A todas as pessoas que de qualquer forma contribuíram para a realização deste trabalho, meu agradecimento.

## ÍNDICE

	<u>INTRODUÇÃO</u> .....	5
1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
1.1	Posição sistemática .....	5
1.2	Taxonomia .....	6
1.3	Nomes comuns .....	6
1.4	Hospedeiros e distribuição geográfica .....	7
1.5	Influência da temperatura no desenvolvi- mento de <i>Plodia interpunctella</i> .....	8
1.5.1	Ovo .....	8
1.5.2	Larva .....	9
1.5.3	Pupa.....	10
1.5.4	Ciclo evolutivo .....	11
1.5.5	Adulto .....	11
1.5.6	Tabelas de vida .....	12
2	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DO ALHO....	12
	<u>MATERIAL E MÉTODOS</u> .....	16
1	LEVANTAMENTO DE INSETOS E DE ÁCAROS EM ALHO ARMAZENADO .....	16
2	SUSCETIBILIDADE DO ALHO DA CULTIVAR ROXO PÉROLA DE CAÇADOR, À INFESTAÇÃO DE <i>Plodia</i> <i>interpunctella</i> E DE <i>Cadra cautella</i> .....	18
3	INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO DE <i>Plodia interpunctella</i> .....	20
3.1	Número e duração dos ínstares larvais e duração dos períodos larval, pré-pupal e pupal.....	24
3.2	Comprimento e peso das larvas e das pupas	25
3.3	Fecundidade, período de incubação, ferti- lidade dos ovos, longevidade dos adultos e razão de sexos .....	26

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>vi</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>3</b>
2.1. A ESPÉCIE <i>ALOYSIA HATSCHBACHII</i>	3
2.2. ÁREA E MATERIAL BOTÂNICO DE COLETA	5
2.3. IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE	6
2.4. OBTENÇÃO DE PLÂNTULAS	6
2.5. ANÁLISE MORFO-ANATÔMICA E TERMINOLOGIA	6
2.6. CONFECÇÃO DE LÂMINAS	7
2.7. TESTES HISTOQUÍMICOS	8
2.8. ESTUDO DA NERVAÇÃO	8
2.9. ESTUDO DO COMPLEXO ESTOMÁTICO	8
2.10. MACERAÇÃO	8
2.11. PREPARO E ANÁLISE DAS AMOSTRAS EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA	9
2.12. DOCUMENTAÇÃO	10
<b>3. RESULTADOS</b>	<b>15</b>
3.1. MORFOLOGIA DA PLÂNTULA	15
3.2. MORFOLOGIA DO METAFILO	16
3.3. ANATOMIA DA PLÂNTULA	17
3.4. ANATOMIA DA PLANTA ADULTA	22
<b>ILUSTRAÇÕES</b>	<b>32</b>
<b>4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO</b>	<b>58</b>
4.1. CARACTERES MORFOLÓGICOS GERAIS	58
4.2. CARACTERES ANATÔMICOS	58
<b>QUADRO COMPARATIVO DAS CARACTERÍSTICAS DO COTILÉDONE, PROTOFILO E METAFILO</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>74</b>



## RESUMO

O presente trabalho apresenta a análise morfo-anatômica da planta *Aloysia hastschbachii* Moldenke (Verbenaceae), com ênfase ao estudo estrutural de folhas juvenis e adultas. O material botânico investigado foi coletado em plantas existentes no município de Piên, Paraná, Brasil, e em plantas cultivadas em laboratório. A plântula é faneroepigéia e possui raiz primária triarca; hipocótilo curto; cotilédones ovados, epiderme com tricomas tectores e glandulares e complexo estomático anomocítico anfiestomático, e com mesofilo heterogêneo; epicótilo de natureza caulinar; e protofilos com estrutura semelhante aos cotilédones. O caule tem contorno obtuso-quadrangular, epiderme simples, pilosa e estomatífera, córtex colenquimático e parenquimático e um cilindro vascular com feixes vasculares colaterais, envolvidos por cordões de fibras; na região central ocorre uma medula parenquimática. Possui crescimento secundário típico, com primeira periderme originando-se da camada cortical parenquimática mais interna. A raiz também apresenta crescimento secundário. Os metafilos têm filotaxia oposta cruzada e formato obovado. Apresentam epiderme biestratificada na face adaxial e unisseriada na abaxial; tricomas tectores com cistólito e glandulares em ambas as faces, cistólito aparecendo apenas em tricomas tectores da face adaxial; e complexo estomático anomocítico hipoestomático. O mesofilo é dorsiventral.

## ABSTRACT

A morpho anatomic study of *Aloysia hatschbachii* Moldenke (Verbenaceae), mainly upon young and nature leafs, was carried on with both collected material at Piên, Paraná State, Brazil, and cultivated one. Seedlings are phaneroepigen with triarch primary roots, short hipocotyle; egg-shaped cotyledons with amphistomatic epidermis bearing no-glandular and glandular trichomes. Stomata are anomocytic. Mesophyle is heterogenous; epicotyle is stem-like and protophyll are similar to the cotyledons. Stem has a quadrangular-obtuse profile. It is covered by a simple hairy epidermis with stomata, colenchymatic and parenchymatic cortex and vascular cylinder with colateral vascular bundles evolved by fiber trends; the pith region is parenchymatic. Secondary structure is typical in both stem and root, with first peridermis originating from the inner cortical parenchyma. Obovate metaphylls have decussate phyllotaxy. Abaxial epidermis is unisseriate with anomocytic stomata, while adaxial one is bisseriate. Both have glandular and no-glandular trichomes the latter one with cystolithes. Mesophyll is dorsiventral.



## 1. INTRODUÇÃO

Os Estados do Sul e, em especial o Paraná, vêm sofrendo sistematicamente desmatamento, provocando a diminuição significativa de plantas ou mesmo a extinção de espécies ecológica e economicamente importantes. Desta forma, corre-se o risco de se perder espécies, eventualmente desconhecidas botanicamente, com grande potencial de uso racional pela humanidade.

O hábito crescente por parte da população em utilizar espécies de interesse medicinal tem aumentado consideravelmente a procura destas plantas, freqüentemente nativas em determinadas regiões. Este uso irracional também contribui para o desaparecimento ou redução drástica do número de espécies, às vezes não descritos na literatura botânica.

A família Verbenaceae, da qual faz parte *Aloysia hatschbachii* Moldenke, objeto do presente estudo, está incluída dentre aquelas de notável importância econômica e medicinal. Vários gêneros desta família, entre os quais *Lantana*, *Lippia*, *Vitex*, *Verbena*, *Stachytarpheta* e *Aloysia*, encontrados no nordeste e no sul do Brasil, possuem óleos essenciais, utilizados por suas propriedades terapêuticas ou por seu atrativo aromático.

RIMPLER & SAUERBIER, (1986) e outros trabalhos, citam a presença do glicosídeo iridóide, atualmente sendo pesquisado graças sua ação inibidora tumoral, como elemento na composição do óleo essencial de vários gêneros de Verbenaceae, como *Lantana*, *Lippia*, *Aloysia* e *Phyla*.

Considerando-se a necessidade de se conhecer melhor espécies que comprovadamente são de uso popular, o presente trabalho apresenta a análise estrutural da planta de A.

*hatschbachii*, uma espécie de grande interesse medicinal, pouco conhecida morfo-anatomicamente, que ocorre na região de estudo como planta nativa e endêmica, e propõe os seguintes objetivos:

- a) fornecer novas informações anatômicas a respeito de plantas do gênero *Aloysia*;
- b) definir caracteres morfo-anatômicos que possam contribuir para a identificação farmacognóstica da espécie;
- c) acrescentar novos dados ao estudo da Taxonomia e Anatomia Vegetal, bem como Farmacognosia e Farmacobotânica;
- d) tratando-se de espécie endêmica, chamar a atenção para sua preservação e cultivo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. A ESPÉCIE *Aloysia hatschbachii*

#### 2.1.1. Descrição Botânica (MOLDENKE, 1969)

Planta arbustiva com 1,5 metros de altura, caule e ramos delgados e de coloração marrom, as partes mais jovens são densas e homogeneamente pubescentes; todos os internós muito abreviados, mais ou menos 2 a cada 10 mm, cicatrizes foliares proeminentes, folhas opostas cruzadas, numerosas no início do desenvolvimento, muito próximas, freqüentemente com gemas folhosas abreviadas nas axilas; pecíolos curtos, a maioria entre 1 a 3 mm de comprimento, recobertos por número menor de tricomas; coloração amarronzada, lâmina foliar firme, coriácea, acastanhada na superfície adaxial, decididamente esbranquiçada na face abaxial, lanceoladas, 2 a 4 cm de comprimento e 8 a 19 mm de largura, a maioria arredondadas (raramente agudas) no ápice, regularmente serreadas ao longo da margem, imediatamente acima da parte mais larga do ápice, aguda ou acuminada junto ao pecíolo, densamente pustulado piloso (tricomas glandulares) na face adaxial e muito áspero, densamente branco-tomentoso na face abaxial (tricomas tectores) com tricomas fortemente presos ao longo das nervuras (projeções da nervação); nervação obscura ou nas partes maiores da superfície adaxial, muito intrincada, proeminente e conspícua, por entre os tricomas na superfície abaxial; brácteas foliares exatamente opostas às espigas na inflorescência no ápice de cada ramo, mais oblongas ou espatuladas e longamente pecioladas do que as características folhas normais; inflorescência nas axilas das folhas ou brác-

teas superiores eretas, delgadas 7 a 9 cm de comprimento, muito florida, as flores algumas vezes em agrupamento bem distinto; pedúnculos muito delgados com 2 a 2,5 cm de comprimento, densamente marrom-pubescente; bractéolas lanceoladas cada uma exatamente oposta a cada cálice e quase o igualando, quilhado nas costas, larga e densamente hirsuta na base, longo-atenuados nos ápices; cálice aproximadamente 1,5 mm de comprimento largo e densamente hirsuto especialmente em direção à base, ovado-dentado na margem; corola esbranquiçada, seu tubo igualando ao cálice em comprimento.

#### 2.1.2. Significado do Nome do Gênero e Espécie

*Aloysia* Ort. et Palau ex Pers. Homenagem a Maria Luísa, esposa do rei espanhol Carlos IV e mãe de Fernando VII.

O nome *Aloysia hatschbachii* foi dado em homenagem ao botânico Gerdt Hatschbach, atual diretor do Museu Botânico Municipal de Curitiba, Estado do Paraná.

#### 2.1.3. Ambiente de Ocorrência

Segundo MOLDENKE (1969) e HATSCHBACH (com. pess.), *Aloysia hatschbachii*, ocorre em região de clima subtropical, em campos rochosos entre a divisa dos Estados do Paraná e Santa Catarina.

Durante coletas realizadas no Município de Piên, Estado do Paraná, observou-se que *Aloysia hatschbachii* ocorre na vegetação emergente em certas regiões.

Na região de coleta, o solo é caracterizado por rochas de coloração negra, indicativo de região vulcânica no passado remoto.

#### 2.1.4. Fenologia

De acordo com Gerdt HATSCHBACH (com. pess.) e observações realizadas durante o período de desenvolvimento da



pesquisa, constata-se que *Aloysia hatschbachii* floresce de dezembro a fevereiro e frutifica de março a maio.

A família Verbenaceae compreende 100 a 175 gêneros e 2600 a 2800 espécies distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais e um número limitado de espécies ocorrem em regiões temperadas (CRONQUIST, 1981; JOLY, 1985; BARROSO, 1981).

São plantas herbáceas com ou sem xilopódio, subarbus-tos, arbustivas, lianas ou árvores, de folhas inteiras, de disposição alterna ou oposta (às vezes na mesma planta) ou, verticiladas, sem estípulas, simples ou compostas de três a sete folíolos (JOLY, 1985; BARROSO, 1981). Ocorre indumento de pêlos simples, glandulíferos, malpighiáceos ou ramificados (BARROSO, 1981).

## 2.2. ÁREA E MATERIAL BOTÂNICO DE COLETA

A área de coleta localiza-se no Município de Piên na região sudeste do Estado do Paraná, próximo à divisa com o Estado de Santa Catarina, 26° 06'S, 49° 25'W (Fig. 1). A região pertence ao primeiro planalto, a aproximadamente 850 metros acima do nível do mar, com clima do tipo Cfb de Koeppen, isto é, úmido temperado, enquadrado na região fitogeográfica F-20 de MAACK (1948). Esta categoria inclui regiões de Araucária devastadas pelo extrativismo da madeira cuja cobertura vegetal agora é caracterizada nas capoeiras e Mata Secundária. Próximo à estação de coleta observa-se extração mineral uma vez que trata-se de campos rochosos (KLEIN & HATSCHBACH, 1970-1971). Com solo bastante raso, onde se encontra um grande número de rochas, parcialmente desagregadas e decompostas formando assim terreno muito pedregoso e pobre em nutrientes (Fig. 2). Ainda conforme KLEIN & HATSCHBACH (1970-1971), a vegetação destes locais é constituída por um pequeno número de espécies seletivas xerófitas que conferem um aspecto de grande homogeneidade à região.

O material botânico - ramos com flores e frutos - serviu para identificação da espécie e obtenção dos diferentes estágios de desenvolvimento da planta. As coletas no campo foram realizadas em períodos diferentes, durante o ano de 1992.

### 2.3. IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE

A identificação da espécie foi efetuada por Gerdt Hatschbach e Clarisse B. Poliquesi, ambos pertencentes ao Museu Botânico Municipal de Curitiba.

As exsiccatas do material fértil encontram-se registradas nos herbários do Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM), sob os números 43.210; 333; 5.460 (isotypus), e do Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná (UPCB), sob o número 19.325.

### 2.4. OBTENÇÃO DE PLÂNTULAS

As plântulas foram obtidas a partir de sementes (frutos), coletadas e mantidas em sacos de papel, à temperatura ambiente e em lugar arejado.

A germinação das sementes e o desenvolvimento das plantas foram feitos em recipientes plásticos contendo solo, sem a utilização de adubo ou nutrientes.

O cultivo das plantas, desde a germinação até a fase adulta, foi realizada na cidade de Ponta Grossa, Paraná, em ambiente normal, sem a utilização de estufa ou casa de vegetação, com solo da região de Ponta Grossa, Pr.

A análise da plântula foi feita até o primeiro nó de protofilos.

### 2.5. ANÁLISE MORFO-ANATÔMICA E TERMINOLOGIA

A análise morfo-anatômica foi feita em plântulas de diversas fases de desenvolvimento, desde o momento de emergência da plântula até o estágio vegetativo adulto.

Para a investigação da estrutura foliar foi utilizada sempre folha do 4º nó caulinar (folha adulta) e comparada com as folhas do 3º e 1º nós.

A raiz e o caule foram analisados em estrutura primária e secundária.

A descrição da folha adulta (metafilo) cotilédones e folha de 1º nó foi feita segundo HICKEY (1973) e o padrão da venação foliar baseou-se no sistema de classificação proposto por ETTINGSHAUSEN (1861), citado por FELIPE & ALENCASTRO (1966) e HICKEY (1973).

Adotou-se a terminologia de FONT QUER (1965) para cotilédones, protofilo e metafilo.

## 2.6. CONFECÇÃO DE LÂMINAS

A confecção de lâminas semipermanentes, temporárias e permanentes, foi realizada utilizando-se material a fresco ou fixado em F.A.A. 50% (JOHANSEN, 1940).

Na confecção de lâminas semipermanentes os cortes foram realizados à mão livre com lâmina de barbear, diafanizados com hipoclorito de sódio, de acordo com EXLEY *et al.* (1974), seguida de lavagem em água corrente, corados e montados em gelatina glicerizada (BERLYN & MIKSCHE, 1976). As lâminas foram lutadas com esmalte incolor.

No preparo de lâminas semipermanentes, as secções foram técnica para confecção de lâminas semipermanentes, mudando-se o meio de montagem por glicerina 40% ou água.

As lâminas permanentes foram obtidas a partir de material fixado em F.A.A. 50%, seguindo-se a desidratação em série alcoólica-etílica, diafanização em álcool-xilol com posterior infiltração e inclusão em parafina, de acordo com SASS (1951).

Os cortes foram feitos em micrótomo rotatório, com 10 a 14 micrômetros de espessura, tanto em secções transversais



quanto longitudinais. A colagem e distensão das secções foram efetuadas com uso de adesivo de Bissing (BISSING, 1974). Para coloração empregou-se safranina + "fast-green" (SASS, 1951) ou fucsina básica + azul de astra (ROESER, 1962).

O meio de montagem empregado foi "Entelan".

## 2.7. TESTES HISTOQUÍMICOS

Foram realizados também testes histoquímicos, utilizando-se de lâminas temporárias e semipermanentes e corantes ou reagentes específicos.

O amido foi testado com lugol (BUCHERL, 1962); lipídios, cutícula, paredes cutinizadas e suberificadas foram identificadas com sudan IV (FOSTER, 1949); celulose foi testada com azul de metileno (STEVENS, 1916); lignina, com azul de toluidina (STEVENS, 1916) e cistólitos foram testados com ácido acético concentrado (citada por OLIVEIRA & AKISSUE 1989). Para verificação de compostos fenólicos utilizou-se fixador com cloreto férrico e sulfato ferroso (JOHANSEN, 1940).

## 2.8. ESTUDO DA NERVAÇÃO

Para o estudo da nervação foliar, as folhas foram diafanizadas, segundo técnica de JOHANSEN (1940).

## 2.9. ESTUDO DO COMPLEXO ESTOMÁTICO

Para a classificação dos complexos estomáticos adotou-se a terminologia de METCALFE & CHALK (1950).

## 2.10. MACERAÇÃO

Para a análise de células do caule e raiz em crescimento secundário, fez-se a dissociação do material, adotando-se o método de FRANKLIN (1946), ou seja, dissociação em solução de água oxigenada 30 volumes e ácido acético glacial na proporção de 1:1, a 60 graus centígrados, até a plena clarificação e



dissociação. Seguiu-se a lavagem com água corrente e o material foi corado com safranina a 1% em solução alcoólica etílica 50%. Foram montadas lâminas semipermanentes em glicerina 50% e lutadas com esmalte incolor.

## 2.11. PREPARO E ANÁLISE DAS AMOSTRAS EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Para melhor elucidação dos detalhes estruturais das partes vegetativas, principalmente do caule e raiz em estrutura secundária de crescimento, cotilédones, protofilo, e epicótilo foram as amostras analisadas e eletrofotomicrografadas via microscopia eletrônica de varredura (MEV). As amostras foram fixadas em fixador de Farmer-Carnoy modificado por BERLIN & MIKSCHE (1976), ou seja, em solução de álcool etílico e ácido acético glacial 3:1, durante 24 horas, seguida de 3 trocas em álcool etílico absoluto a cada 2 horas. Os materiais foram então desidratados via ponto crítico em equipamentos Balzers CPD-010 e, após montagem em suporte adequado, foram submetidos à metalização com ouro, em aparelho Balzers Sputtering SCD-030. A análise e eletrofotomicrografia dos mesmos foram realizadas em microscópio eletrônico de varredura S.E.M. 505 Phillips, do Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Paraná.

Para a análise das amostras de caule e raiz em estrutura secundária de crescimento, empregou-se a seguinte técnica de preparo do material: foram confeccionados vários cortes com aproximadamente 1,0 mm de espessura com lâmina de barbear em material previamente amolecido por fervura, secagem sob luz artificial entre lâminas dentro de uma placa de Petri, seleção das amostras sob microscópio estereoscópico, colagem das amostras nos suportes e metalização com ouro em aparelho Balzers Sputtering SCD-030. Para as fotos em MEV utilizou-se filme Verichrome Pan ASA 125.

## 2.12. DOCUMENTAÇÃO

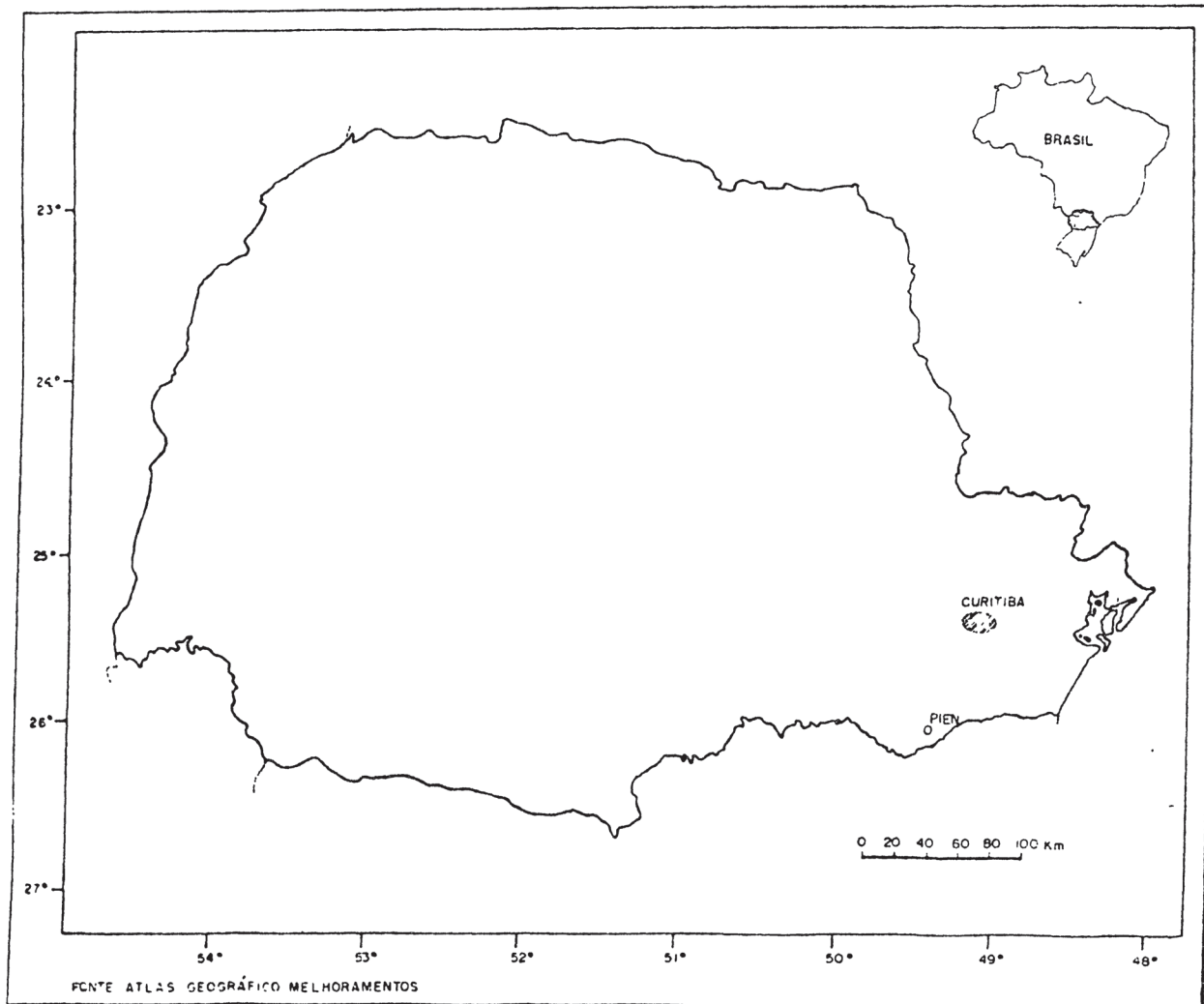
Os desenhos foram executados em microscópio fotônico provido de câmara clara, cujas escalas foram feitas nas mesmas condições ópticas.

As fotomicrografias foram realizadas em fotomicroscópio Carl Zeiss standard GF, com condensador acromático, ddp operação de 6 V, objetivas planocromáticas; utilizou-se iluminação de Koehler.

As fotografias dos ramos com frutos e metafilo (folha diafanizada) foram realizadas em aparelho Aristofoto Leitz, Máquina Leica MD. Tanto para as fotomicrografias como para as fotos realizadas no Aristofoto, coloridas, utilizou-se filme Kodak Gold ASA 100; para as fotos em preto e branco foram utilizados filmes T-Max ASA 100 e Copex Pan ASA 25.

As plântulas obtidas foram documentadas em diferentes estágios de crescimento, e em seguida fixadas em álcool 50%. Utilizou-se para o registro fotográfico máquina Yashica FX-D lente MACRO 100 e MACRO 200, Flash Circular, filme Kodak Gold ASA 100.

As medições de vasos e raios do caule em crescimento secundário foram realizadas de acordo com as recomendações de MUNIZ (1986), em microscópio fotônico Carl Zeiss com escala graduada.







### 3. RESULTADOS

#### 3.1. MORFOLOGIA DA PLÂNTULA

*Aloysia hatschbachii* apresenta germinação epigéia, ocorrendo, em média, após 7 dias de semeadura. A plântula é fanerocotiledonar, faneroepigéia, e apresenta crescimento simpodial típico.

##### 3.1.1. Cotilédone e Protofilo

Em análise de plântula foi observado que logo após sua germinação, erguem-se dois cotilédones foliáceos, com formato ovado (Fig. 3), de coloração verde clara. O pecíolo destas folhas é largo e alongado, quando comparado ao primeiro par de protofilos (Fig. 3). Nos cotilédones o ápice é emarginado e a base arredondada com bordo liso (Fig. 3). O limbo apresenta superfície lisa e pilosa, sendo os tricomas cotiledonares, na maioria tectores, bem menores e em menor número em relação aos dos protofilos (Fig. 3).

Os protofilos têm filotaxia oposta, e são folhas simples, pilosas, curtamente pecioladas (Fig. 3) e apresentam pulvino (Fig. 5). O limbo tem formato ovado, surgindo o primeiro par de serras à partir do terço superior. Ápice agudo e base obtusa (Fig. 4).

##### 3.1.2. Hipocótilo

Apresenta-se curto, com 1/4 de sua porção superior clorofilado, piloso e delgado. Apresenta na sua junção com a

raiz uma região externa, perfeitamente distinta, o colo ou coleto (Fig. 5).

Seu crescimento acelerado no início do desenvolvimento condiciona a elevação dos cotilédones acima da superfície do solo, caracterizando a plântula como epigéia.

### 3.1.3. Epicótilo

O epicótilo é delgado, piloso e clorofilado (Fig. 5).

### 3.1.4. Raiz

A raiz é do tipo axial e tem um desenvolvimento inicial acentuado, sem formar raízes laterais. A partir da terceira semana, inicia-se a emissão das raízes laterais.

## 3.2. MORFOLOGIA DO METAFILO

As folhas da espécie em estudo apresentam-se menores comparadas aos protofilos. Elas são simples, pecioladas, com inserção no caule oposta cruzada, simétricas e obovadas (Fig. 6), com textura coriácea, sendo a face adaxial muito áspera, lembrando uma lixa. Possuem o ápice obtuso e a base cunhada com margens lisas até a porção mediana e serrada da porção mediana até a apical, com serras apresentando lados basal e apical convexos. O aspecto visual da face abaxial é esbranquiçado, exibindo a venação em tom verde-claro.

Em ambas as faces da epiderme, ao longo das nervuras e pecíolo, apresentam tricomas glandulares e tectores, estando estes em maior quantidade na face abaxial.

A região basal do pecíolo apresenta-se ligeiramente alargada formando pequenas expansões laterais.

### 3.3 - ANATOMIA DA PLÂNTULA

#### 3.3.1. Raiz

##### 3.3.1.1. Ápice da raiz principal

O ápice da raiz principal é constituído por coifa reduzida, parenquimática, desprovida de columela (Fig. 7). Abaixo da coifa localiza-se o promeristema, onde se observam poucas células iniciais e derivadas imediatas. Em sequência, ocorre a região meristemática. A coifa não se restringe apenas a zona promeristemática, apresentando células que envolvem a protoderme, por um bom trajeto (Fig. 7). A protoderme, em seção transversal, apresenta células poliédricas (Fig. 8).

##### 3.3.1.2. Estrutura primária da raiz principal

A raiz apresenta rizoderme típica, uniestratificada, com tricomas absorventes unicelulares. São evidentes algumas células danificadas em razão do atrito com o substrato (Fig. 9).

O córtex compõe-se de exoderme unisseriada, parênquima de poucos estratos, de células amplas com paredes delgadas. O limite cortical é feito pela endoderme típica (Fig. 9).

O cilindro central apresenta periciclo com uma camada parenquimática, xilema e floema primários alternados. O xilema é triarco (Fig. 9).

As raízes laterais têm origem a certa distância do promeristema, na periferia do cilindro central da raiz principal.

O desenvolvimento da raiz lateral provoca a destruição e o rompimento de células do córtex e da rizoderme. As raízes laterais apresentam também crescimento secundário, estruturalmente semelhante a raiz principal.

### 3.3.2. Cotilédone

#### 3.3.2.1. Venação

Os cotilédones, apresentam venação do tipo pinado camptódromo cladódromo (Fig. 3 e 10). A nervura mediana ou principal afila-se gradativamente em direção ao ápice. Dela divergem as nervuras secundárias ou laterais de primeira ordem, que são ascendentes e terminam, após ramificarem-se, livremente nas proximidades da margem foliar (Fig. 11 e 12). Ocorrem também ramificações da nervura principal que possuem diâmetro ou comprimento reduzido, denominadas por isso como pseudo-se-cundárias (Fig. 10).

Foram observados poucos complexos estomáticos na epiderme que recobre a nervura principal, em ambas as faces da folha.

As terminações de nervura apresentam-se simples ou ramificadas, sendo a maioria cegas (Fig. 11).

#### 3.3.2.2. Epiderme

A epiderme cotiledonar é uniestratificada e apresenta estrias epicuticulares dispostas transversalmente em relação ao maior eixo das células (Fig. 13). Suas células são poliédricas, tabulares e de paredes anticlinais sinuosas (Figs. 13, 14 e 15). As células da epiderme da face adaxial apresentam dimensões maiores que as da epiderme da face abaxial (Fig. 15).

Ambas as faces têm epiderme estomatífera (Fig. 16) e pilosa. Os estômatos e tricomas estão presentes em maior número na face adaxial.

As células epidérmicas sobre a nervura central, pecíolo e bordo, apresentam-se alongadas, com paredes anticlinais retas e curvas (Figs. 17, 18, 19 e 20).



### 3.3.2.3. Complexo estomático

Os complexos estomáticos são constituídos pelas células guarda reniformes típicas, rodeadas por cinco a seis células epidérmicas. Desta forma, o complexo é caracterizado como anomocítico (Figs. 13 e 14). Os complexos estomáticos mostram-se elevados, em relação ao nível das demais células epidérmicas (Fig. 13). A câmara subestomática é mais volumosa na face abaxial do cotilédone (Fig. 16).

No pecíolo também foram observados complexos estomáticos (Fig. 18 ).

### 3.3.2.4. Tricomas

Os cotilédones apresentam tricomas tectores e glandulares.

Os tectores, semelhantes nas duas faces epidérmicas, são bicelulares, com a célula basilar curta e volumosa, e a célula apical alongada e de extremidade afilada (Fig. 11). As paredes destas células são espessadas e mostram ornamentações verrucosas (Figs. 17 e 19 ).

Os tricomas glandulares são de dois tipos: pluricelulares apresentando o ápice secretor bicelular e pedicelo com células de dimensão variável, geralmente longo, e o outro, mais freqüente, com ápice secretor unicelular e pedicelo curto. Ambos têm paredes delgadas e ocorrem nas duas faces foliares, incluindo o pecíolo, nervura central e bordo foliar (Figs. 17, 19 e 20 ,).

Não foram evidenciados cistólitos na célula basilar de tricomas tectores cotiledonares.

### 3.3.2.5. Mesofilo

O mesofilo cotiledonar é heterogêneo, apresentando duas camadas de parênquima paliádico, uma das células alongadas e outra de células curtas e mais ou menos três estratos de

divergência mais aberto que no terço basal. São ascendentes, curvas e retas, e diminuem de diâmetro à medida que se afastam da porção mediana, não atingindo as margens da folha (Fig. 25).

As nervuras pseudo-secundárias e ramificações das nervuras secundárias estão presentes.

As terminações vasculares apresentam-se ramificadas e cegas, algumas simples. Essas terminações são formadas por traqueídeos providos de espessamentos helicoidais. Acompanhando os traqueídeos verifica-se uma bainha de células parenquimáticas, alongadas em comparação com as da bainha do metafilo, com conteúdo amiláceo (Fig. 26).

Foram observados poucos complexos estomáticos sobre ambas as faces da nervura principal.

A nervura marginal é delicada e percorre quase toda a extensão da margem, formando poucas ramificações em direção ao bordo sem atingir a margem (Figs. 25).

#### 3.3.4.2. Epidermes

A epiderme é unisseriada, com células de paredes anticlinais sinuosas e revestidas por delgada cutícula; estriada em toda a extensão da folha e da nervura central (Figs. 27). As células epidérmicas sobre a nervura central são alongadas de paredes retas e curvas.

Os tricomas tectores e glandulares são estruturalmente semelhantes aos observados nos cotilédones (Figs. 27, 28 e 29) mas na face adaxial o tricoma de pedicelo curto apresenta-se inserido parcialmente numa depressão da epiderme, como ocorre no metafilo.

Os complexos estomáticos são do tipo anomocítico, folha anfi-estomática, mas diferentemente dispostos nas faces epidérmicas quanto ao nível das células, os da face adaxial estão localizados no nível das demais células epidérmicas, sendo que os da face abaxial, estão localizados acima do nível das demais células epidérmicas (Figs. 27 e 29).

### 3.3.4.3. Mesofilo

O mesofilo é heterogêneo, apresentando tipicamente os parênquimas paliádico e lacunoso. Caracteriza, portanto, a folha como dorsiventral.

## 3.4. ANATOMIA DA PLANTA ADULTA

### 3.4.1. Caule

#### 3.4.1.1. Caule em estrutura primária e início do crescimento secundário

O caule em secção transversal do entrenó, executada nas proximidades da gema apical, tem contorno obtuso-quadrangular, evidenciando-se quatro a seis arestas (Fig. 30).

A epiderme é unisseriada, cuticularizada, com células de contorno prismático curto - alongado, em corte longitudinal do órgão - de paredes finas, exceto a periclinal externa que apresenta-se mais espessa (Fig. 31). Este tecido é piloso, apresentando tricomas tectores e glandulares, principalmente nos caules jovens, onde eles são numerosos.

Os tricomas tectores são a maioria pluricelulares, onde a célula apical é muito longa, de extremidade afilada, de parede espessa e ornamentada (Figs. 31 e 33), como nos demais órgãos vegetais; as células basilares são prismáticas (Figs. 31 e 32). Outro tipo de tricoma tector foi verificado no caule da espécie em estudo, que difere do anterior pelo tamanho reduzido e por possuir uma ou duas células basais pequenas e não-prismáticas (Figs. 31 e 33).

Os tricomas glandulares apresentam-se em menor número do que nas folhas. São também pluricelulares, unisseriados, com número reduzido de células, e a região secretora é vesiculosa e unicelular (Fig. 36).



Ocorre também na epiderme caulinar estômatos que encontram-se elevados, em relação ao nível das demais células epidérmicas. Sob o estômato verifica-se câmara subestomática ampla, que interrompe o tecido colenquimático localizado subepidêrmicamente; desta forma, a câmara se comunica diretamente com o parênquima cortical clorofilado que apresenta lacunas (Fig. 34 ).

O córtex é constituído por colênquima lamelar-angular que varia de 1 a 4 estratos celulares (Figs. 33, 35 e 36 ). Este é interrompido sob os estômatos (Fig. 34 ) e o maior número de camadas ocorre nas arestas caulinares (Figs. 35 e 36 ). Em sequência, nota-se a presença de células parenquimáticas de paredes finas, poliédricas que pode apresentar cloroplastos (Figs. 34 e 33 ). A região cortical está limitada pela presença de bainha amilífera (Figs. 34, 36 ). Adjacente à bainha amilífera está o periciclo, de origem mista, formado por feixes de fibras esclerenquimáticas e a bainha parenquimática que o circunda (Fig. 36 ).

O cilindro central compõe-se de xilema e floema primários e secundários - estes, em pequena quantidade - e câmbio vascular que se organizam ao redor da medula parenquimática. Externamente ao floema ocorrem tecido parenquimático e fibras perivasculares dispostas em grupos ao longo do cilindro. Os cordões de fibras têm dimensões maiores nas arestas do caule (Figs. 34, 36, 38 ).

O crescimento secundário inicia-se no cilindro central pela instalação de câmbio vascular fascicular e interfascicular, cuja atividade meristemática produz xilema e floema secundários (Fig. 37 ). Nesta fase notam-se células periféricas da medula que sofrem esclerificação inicialmente na região interfascicular e em sentido centrípeto (Fig. 38 ).

A primeira periderme origina-se da camada parenquimática, contígua ao tecido floemático (Fig. 40), persistindo neste estágio o tecido epidérmico. Com o desenvolvimento de

sucessivas peridermes, o que ocorre em crescimento avançado do caule, a epiderme, o floema primário e os tecidos corticais são eliminados. Quando o câmbio vascular já está em plena atividade, observa-se a presença de cordões de fibras esclerenquimáticas adjacentes à feloderme, circundando o floema secundário (Fig. 40).

Nas figuras 39 e 40, detalhe do felema envolvendo um feixe de fibras esclerenquimáticas de origem primária.

#### 3.4.1.2. Estrutura do xilema secundário

Anéis de crescimento:

Nas figuras 41 e 43 correspondente ao início do desenvolvimento, os anéis de crescimento se evidenciam pela porosidade em anel semi-circular e pelo espessamento da parede das fibras. Na figura 42, correspondente a um estágio mais avançado de desenvolvimento os anéis de crescimento são indistintos.

Vasos:

No início do desenvolvimento a porosidade é em anel semi-circular (Fig. 41), e correspondente ao estágio mais avançado de desenvolvimento a porosidade é difusa (Fig. 42). Vasos solitários na sua maioria, múltiplos radiais de 2, 3 e racemiformes (Figs. 42, 43 e 44). 20 a 30 poros/mm<sup>2</sup>, de 15-50-80 µm de diâmetro. Parede com espessura média de 5 µm; secção poligonal a oval (Figs. 42, 43 e 44). Linhas vasculares retilíneas, elementos vasculares de 180-250-320 µm de comprimento. Espessamentos helicoidais da maioria dos vasos (Figs. 45, 46 e 49). Placas de perfuração a maioria simples, raras reticulada a escalariforme e escalariforme (Figs. 47, 48, 49 e 58).

Pontuações intervasculares alternas, arredondadas, com abertura interna lenticular inclusa (Figs. 47 e 50); pontuações parenquimo-vasculares e raio vasculares semelhantes às intervasculares (Figs. 47 e 51).

Parênquima axial:

Parênquima paratraqueal e apotraqueal difuso em pequenas quantidades (Figs. 44, 45, 52 e 67).

Raios:

Heterogêneos, constituídos por células procumbentes, quadradas e eretas, 100-400-550  $\mu\text{m}$  de altura (Fig. 47, 53 e 56). Freqüência em média de 9 raios/ $\text{mm}^2$ . Unisseriados e multisseriados de 2 a 3 células de largura, células perfuradas de raios (Fig. 55) e gotículas de substância lipídica (Figs. 56).

Fibras:

Fibras libriformes septadas e não septadas, por vezes apresentando substância não identificada em seu interior (Figs. 54, 58 e 57); fibras gelatinosas (Fig. 44) às vezes presentes indicando lenho de reação. Fibrotraqueídeo com espessamento helicoidal (Figs. 58 e 59).

Parênquima medular:

Encontra-se totalmente esclerificado, apresentando metatos (Figs. 60). Não é clara a delimitação entre a região perimedular e células do xilema.

### 3.4.2. Metafilo

#### 3.4.2.1. Pecíolo

As secções transversais do pecíolo revelam que a face abaxial é convexa. A face adaxial na região proximal é plana, levemente convexa, com pequenas expansões aliformes (Fig. 61); no restante do pecíolo esta região é côncava e não apresenta expansões (Figs. 61 e 61). Nas porções mediana e distal, a face abaxial é convexa.

O pecíolo é constituído por epiderme uniestratificada recoberta por cutícula estriada, com células de formato variável, geralmente longas e tricomas tectores e glandulares



(Figs. 62 e 63). Sob a epiderme ocorrem colênquima típico e parênquima fundamental de células de dimensões diversas e paredes espessadas (Figs. 63, 65); neste parênquima observam-se cloroplastos.

A vascularização é feita na região proximal do pecíolo por um único feixe colateral em forma de meia-lua, desprovido de tecido esclerenquimático perivascular (Fig. 61A).

Nas regiões média e distal do pecíolo ocorre expansão dos tecidos vasculares na extremidade do feixe, no lado adaxial. Na porção distal nota-se a presença de grupamentos de fibras perivasculares (Figs. 61C e 64), que se concentram na região mediana do feixe vascular, na face floemática. No floema foram registradas células com conteúdo lipídico (Fig. 64).

#### 3.4.2.2. Venação

O padrão de venação do metafilo enquadra-se dentro do tipo pinado camptódromo bronquidódromo, embora os arcos proeminentes sofram algumas ramificações, mas sem que estas atinjam as margens da folha (Figs. 6 e 66).

A nervura primária é reta, e dela nascem as nervuras secundárias, alternadamente. Estas nervuras apresentam ângulo de divergência agudo com trajeto curvo, não atingem as margens e diminuem progressivamente de diâmetro em direção ao ápice (Fig. 6). Algumas nervuras marginais apresentam terminações livres, a maioria são cegas. As nervuras pseudo-secundárias ou intersecundárias simples e ramificações de nervuras secundárias estão presentes (Fig. 6). As nervuras terciárias axiais, que ligam a nervura primária a uma secundária, e laterais, que unem duas secundárias, apresentam trajetória oblíqua constante e a maioria é reta, raramente perpendiculares às nervuras primárias e secundárias. A nervura marginal é delicada e percorre quase toda a extensão da margem, emitindo poucas ramificações em direção ao bordo sem atingi-lo (Fig. 66).

A figura 67 representa a nervação da região compreendida entre duas nervuras secundárias, onde é visível a rede de aréolas, e nas quais se observam terminações vasculares simples, ramificadas e cegas. Essas terminações são formadas por traqueídeos providos de espessamentos helicoidais. Acompanhando os traqueídeos verifica-se uma bainha de células parenquimáticas e raramente microcristais são evidenciados nessa bainha.

#### 3.4.2.3. Epiderme da face adaxial

A epiderme da face adaxial é cuticularizada e geralmente biestratificada a pluriestratificada (Figs. 68, 69, 71 e 82), embora se observem regiões localizadas com um único estrato (Figs. 68, 69 e 71) ou células amplas, cilíndricas, que interrompem a camada dupla, algumas vezes estas células amplas correspondem à célula basal de tricoma tector que sofreu ablação (Fig. 69).

Em vista frontal apresenta células de contorno pentagonal e hexagonal, algumas alongadas e de tamanho variável (Fig. 70). As paredes anticlinais, delgadas, são retas ou ligeiramente sinuosas (Fig. 70). As células epidérmicas que encontram-se diretamente em contato com os tricomas tectores têm formato alongado e se distribuem radialmente ao redor de suas células basais (Figs. 70 e 76).

Na epiderme é comum a presença somente da célula basilar do tricoma, evidenciando o fenômeno de abscisão de pêlos (Fig. 70).

As células epidérmicas que recobrem as nervuras de grande e médio porte são alongadas (Fig. 80).

A epiderme da face adaxial não apresenta complexos estomáticos; os tricomas, tectores e glandulares, estão presentes, mas em menor número em relação a abaxial.



#### 3.4.2.4. Epiderme da face abaxial

A epiderme da face abaxial é uniestratificada e cuticularizada (Fig. 71 ). Suas células, de dimensões bem inferiores as da face adaxial, também apresentam variação de formato. É provida de inúmeros tricomas tectores e glandulares, que praticamente recobrem toda a superfície foliar (Figs. 71 , 79 , 81 e 82 ). Nesta epiderme ocorrem complexos estomáticos do tipo anomocítico.

A epiderme da face abaxial localizada nas regiões de nervura de médio porte, apresenta o mesmo padrão já descrito para a epiderme da face adaxial: é biestratificada - eventualmente ocorrem fileiras com três células (Figs. 85 , 82 ).

- com cutícula estriada, células amplas e de formato semelhante, ocorrendo inclusive o mesmo tipo de tricoma secretor.

#### 3.4.2.5. Tricomas

No metafilo observa-se quatro tipos de tricomas, diferenciáveis pelo tamanho e estrutura. São dois tipos de tricomas tectores e dois secretores.

Com referência aos tectores, um deles, típico da face adaxial, possui tamanho reduzido, extremidade afilada, superfície verrucosa e parede espessa; sua porção basal globosa; onde ocorre cistólito, é envolvida por células da camada epidérmica interna, que apresentam contorno tabular ou ligeiramente cilíndrico (Figs. 73 , 74 , 75 e 78 ). O outro pêlo tector, ocorrente na face abaxial, difere do primeiro por ser unisseriado, bicelular, raramente com 3 células (Fig. 76 ), mostrar a célula apical muito longa e afilada, por não possuir cistólito e por apresentar base de células curtas tabulares ou eretas (Figs. 71 e 76 ).

Os dois tricomas glandulares, pluricelulares, a exemplo dos tectores, aparecem comumente em faces diferentes. O tricoma da face adaxial caracteriza-se por apresentar ápice glandular com formato vesiculoso e pedicelo curto inserido entre células

epidérmicas (Figs. 77 e 78 ). O secretor da face abaxial, com porção glandular semelhante ao primeiro ou globosa (Fig. 71 ), apresenta pedicelo mais longo (Figs. 71 , 76 e 79 ). Frisa-se, entretanto, que o primeiro tipo também ocorre na epiderme abaxial na região das nervuras de médio porte.

No bordo das folhas e nas nervuras observam-se com maior freqüência tricomas glandulares com pedicelo curto e tricomas tectores longos (Figs. 80 e 81 ).

#### 3.4.2.6. Mesofilo

A investigação da estrutura da lâmina foliar revela que sua organização é dorsiventral. Desta forma, o mesofilo é constituído do parênquima paliçádico, cujas células tipicamente alongadas distribuem-se em dois a três estratos celulares e possuem cloroplastos dispostos perifericamente no citoplasma (Fig. 68 , 69 e 71 ).

O parênquima lacunoso possui cerca de três estratos celulares, com menos cloroplastos que o parênquima paliçádico, células de formato irregular e lacunas entre as células (Figs. 69 , 71 e 82 ).

#### 3.4.2.7. Bordo

O bordo foliar que sofre pequena inflexão, é revestido pela epiderme bisseriada, em continuidade a epiderme adaxial, interrompendo-se abruptamente na face abaxial (Fig. 82 ). Como já mencionado anteriormente pode ocorrer tricomas tectores longos e glandulares com pedicelo curto.

O mesofilo nesta região não sofre alteração significativa, ocorrendo os dois tecidos parenquimáticos (Fig. 82 ).

Nas proximidades do bordo pode ser observado pequeno feixe vascular, envolvido por bainha parenquimática desprovida de cloroplastos (Fig. 82 ).

### 3.4.2.8. Sistema Vascular

#### 3.4.2.8.1. Nervura central ou principal

A nervura central da folha em secção transversal, apresenta em geral concavidade na face adaxial e saliência pronunciada no lado abaxial (Fig. 83 A e 83 B), que reduz-se gradativamente em direção ao ápice foliar (Fig. 83 C).

A nervura central é revestida adaxialmente por epiderme semelhante a existente na região entre as nervuras. Apresenta cutícula estriada formando flanges, tricomas glandulares e longos tricomas tectores. A epiderme da face abaxial, cuja análise em vista frontal é dificultada pela presença de inúmeros tricomas, apresenta também em corte transversal epiderme uniestratificada.

Na nervura central os tecidos do mesofilo se interrompem e a região é ocupada por colênquima subepidérmico e parênquima que envolve os tecidos vasculares. Na face adaxial a epiderme está em contato com o parênquima colenquimatoso (Fig. 84 ).

Os feixes vasculares da nervura são colaterais, dispondo-se o maior, em forma de meia lua, com o xilema voltado para a face adaxial e o floema abaxial, envolvido por uma calota de esclerênquima (Fig. 84 ); o outro, de dimensão bem menor, mostra o xilema voltado para a epiderme abaxial e o floema adaxial, e não possui esclerênquima envolvendo-o. Ambos os feixes possuem tecidos vasculares secundários, em virtude da ação de um câmbio (Fig. 84 ). Não foram observados complexos estomáticos em nenhuma das faces da nervura central.

#### 3.4.2.8.2. Nervuras de médio e pequeno porte

Os feixes vasculares que compõem as nervuras de médio e pequeno porte são também colaterais e revestidos de bainha

parenquimática. Pode ocorrer na face floemática do feixe uma calota de esclerênquima.

Nas nervuras de médio porte, pode ser observado extensão da bainha do feixe. Sobre as nervuras de médio porte, as células epidérmicas da face abaxial tornam-se prismáticas e arredondadas, formando mais ou menos dois estratos, que estão ou não em contato com a extensão da bainha do feixe (Figs. 72 , 82 e 84 )

Os feixes vasculares de pequeno porte não apresentam extensão da bainha do feixe (Fig. 82 ).

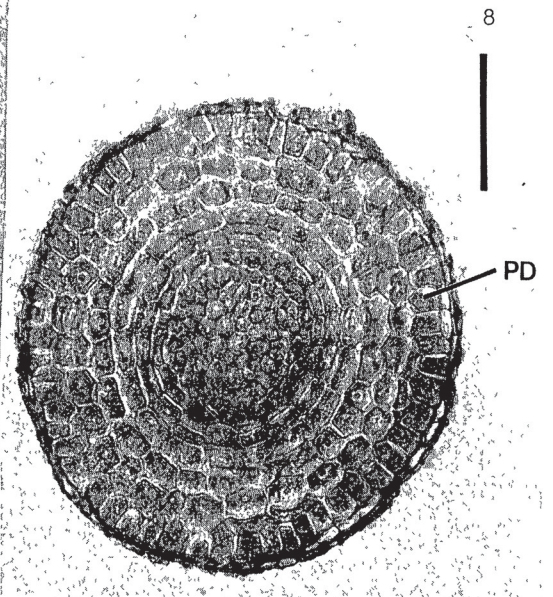
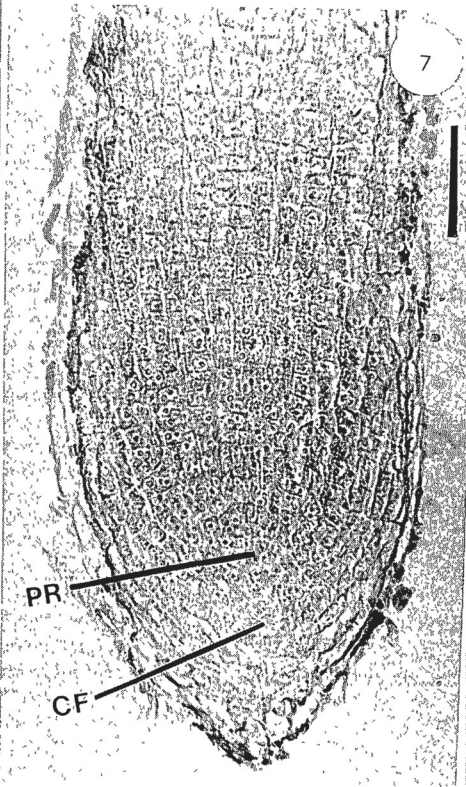
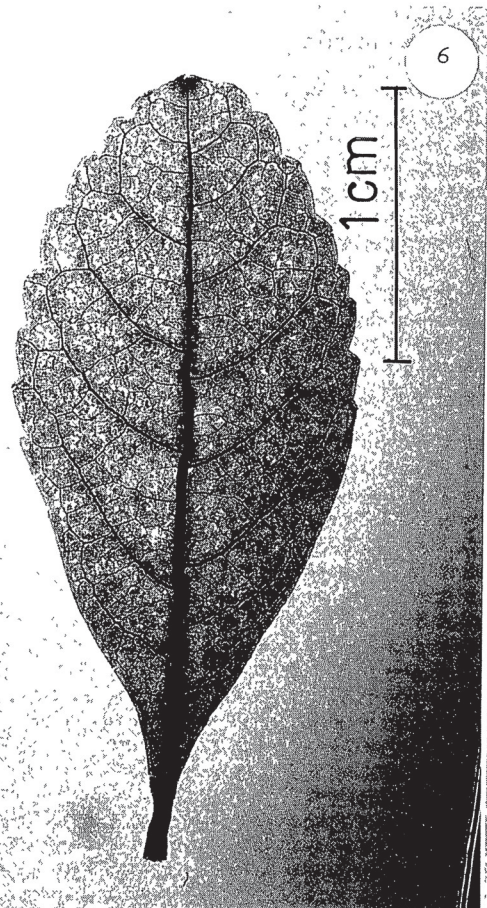
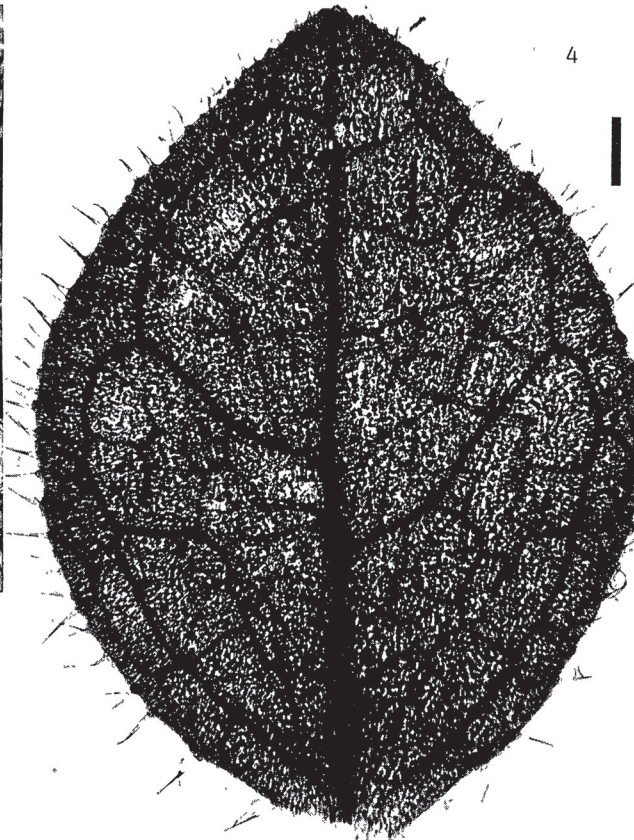
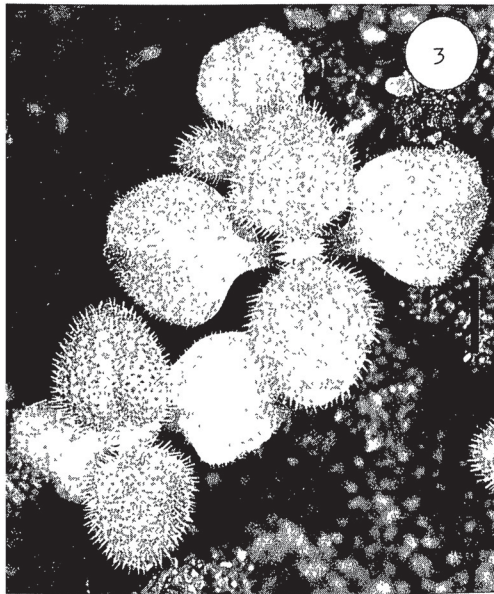
### 3.4.3. Raiz

#### 3.4.3.1. Estrutura secundária

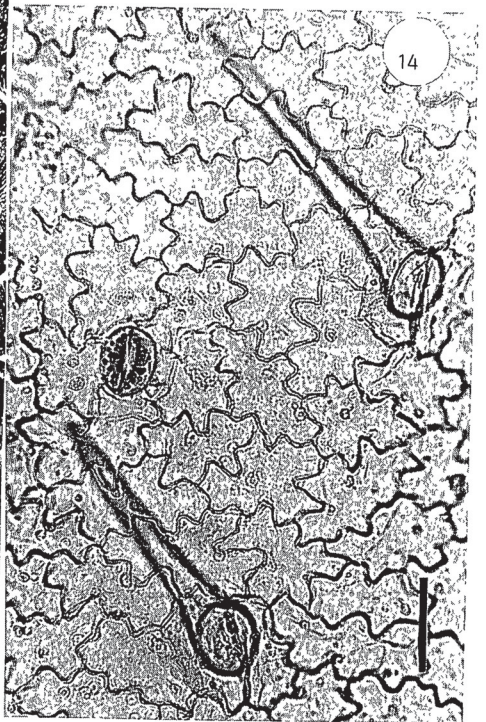
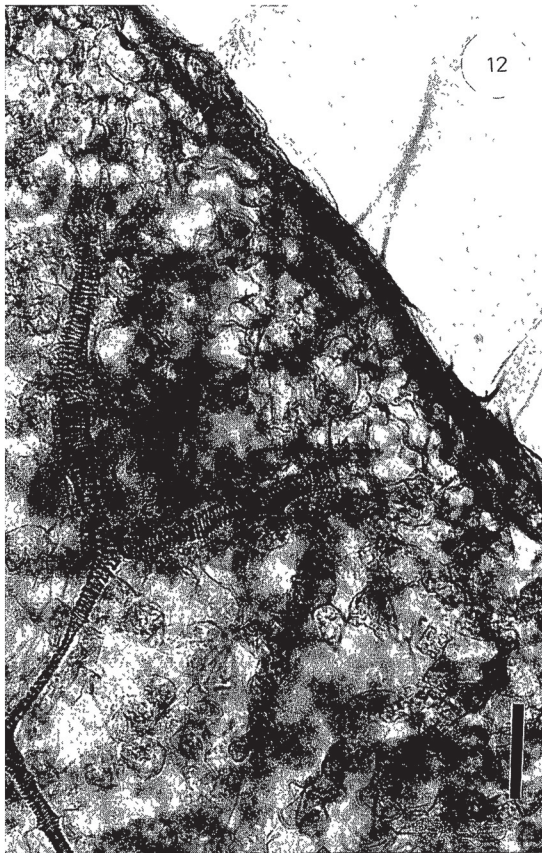
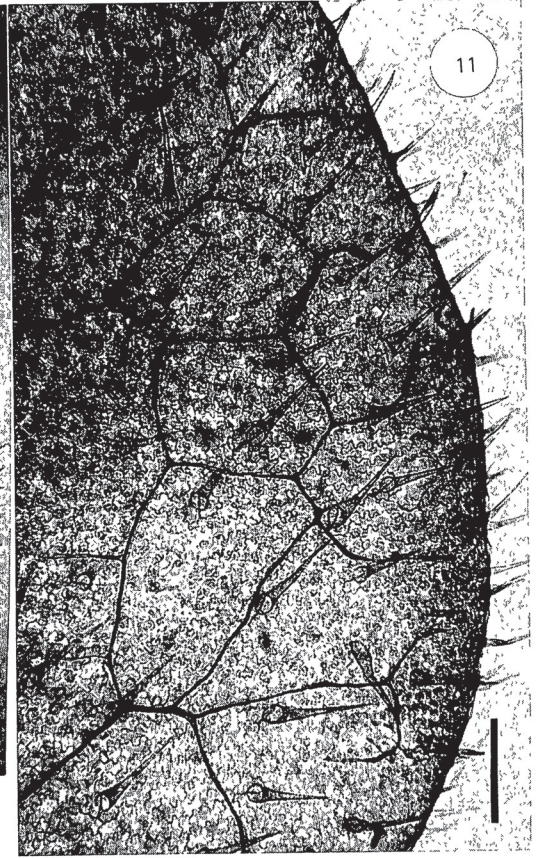
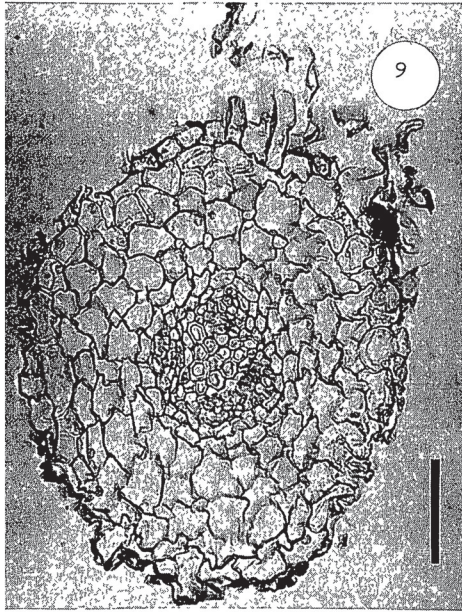
A raiz em estrutura secundária apresenta periderme, constituída de felema com muitos estratos celulares, o felogênio e feloderme; esta com poucos estratos parenquimáticos. Entre as células felodérmicas destacam-se algumas com conteúdo identificado como óleo essencial (Fig. 86) .

Os tecidos vasculares são formados pelo floema secundário, onde se observam além dos elementos condutores, células esclerenquimáticas e células parenquimáticas contendo óleo, e o xilema secundário. Neste, notam-se raios parenquimáticos geralmente bisseriados a plurisseriados (Fig. 87 ), e o sistema axial com elementos de vaso com placa de perfuração geralmente simples (Fig. 88 ), fibras libriformes septadas com conteúdo não identificado e não-septadas e fibrotraqueídeos, em menor número (Fig. 89 ).

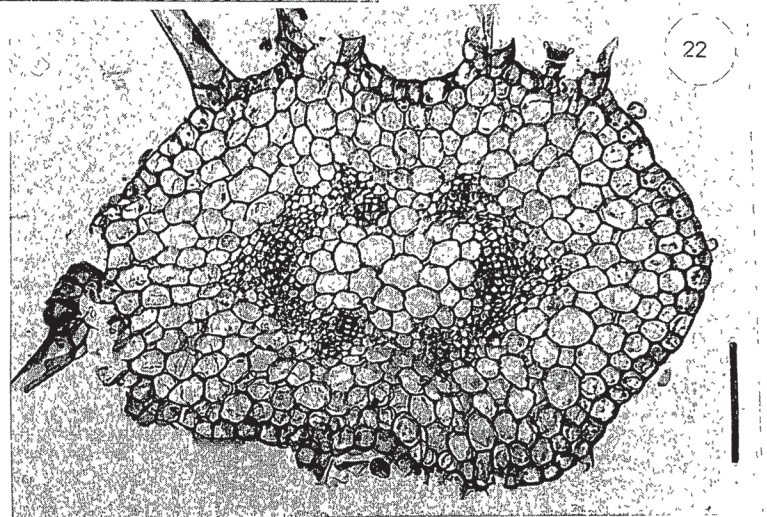
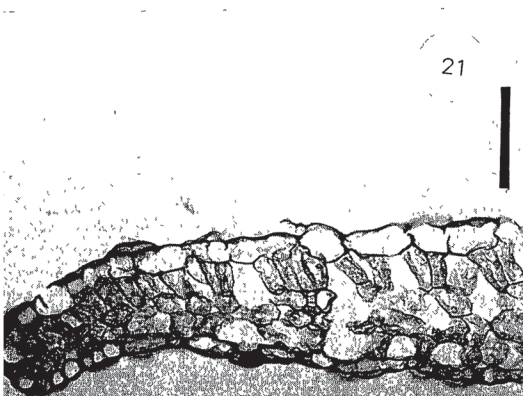
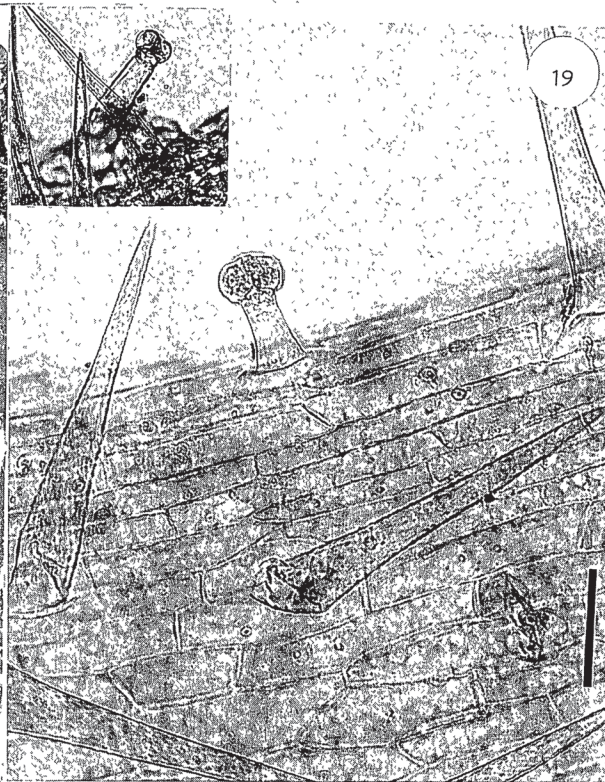
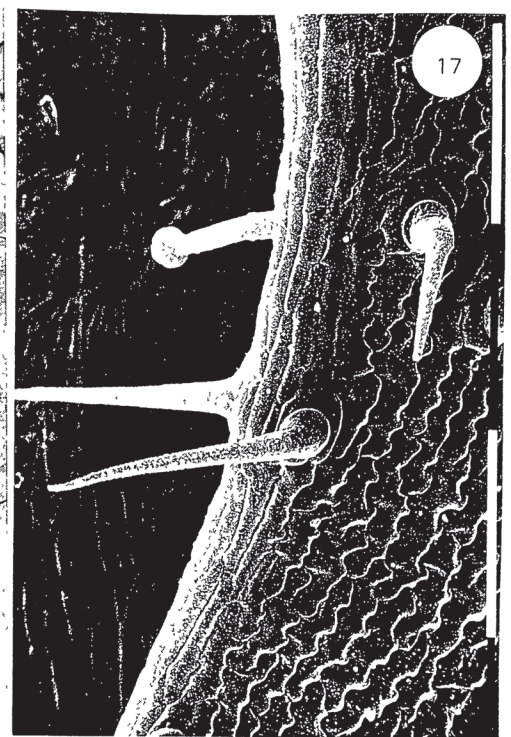
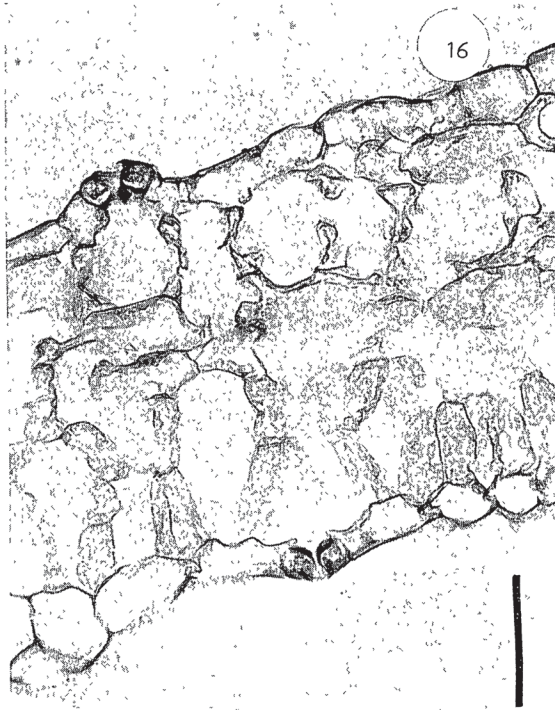
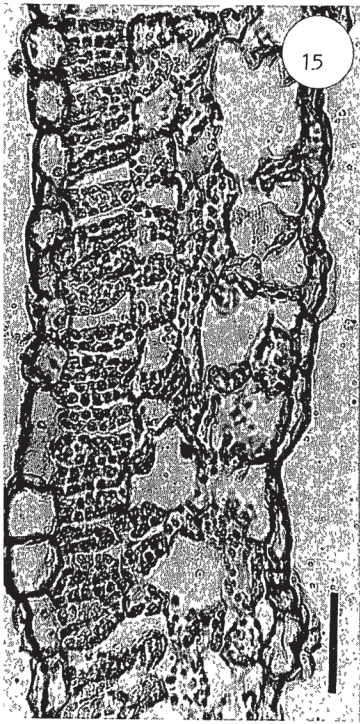




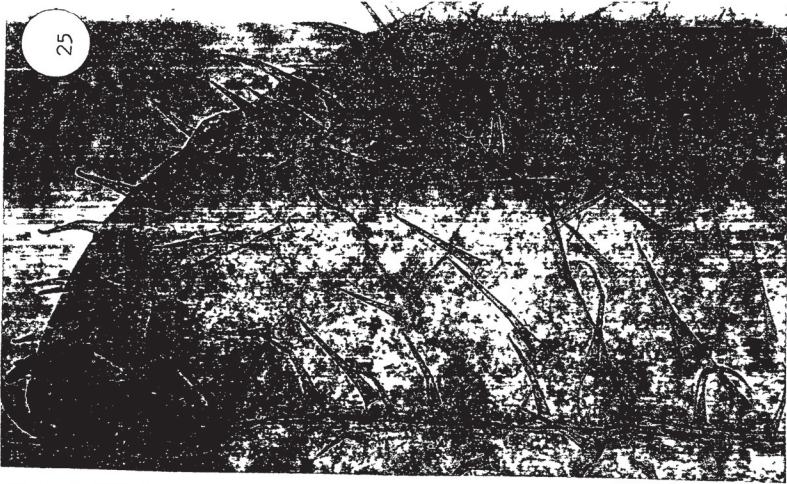


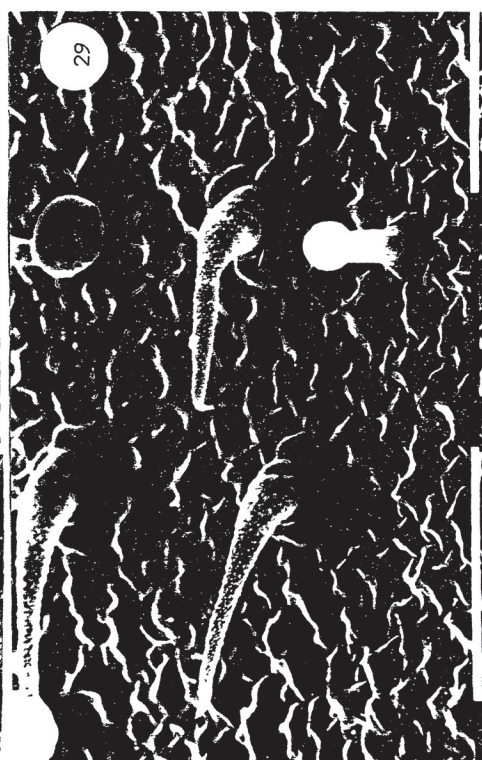
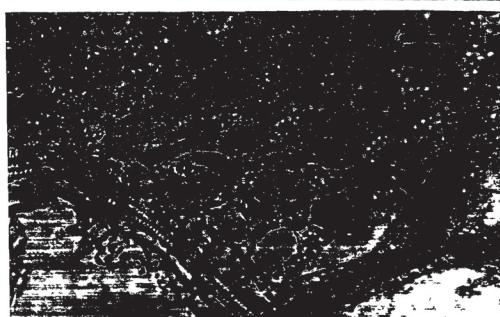
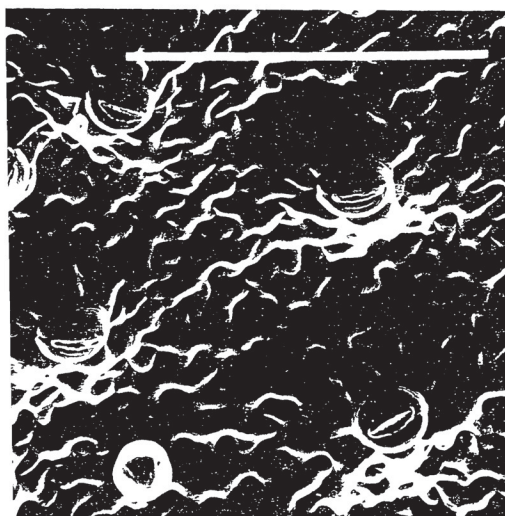
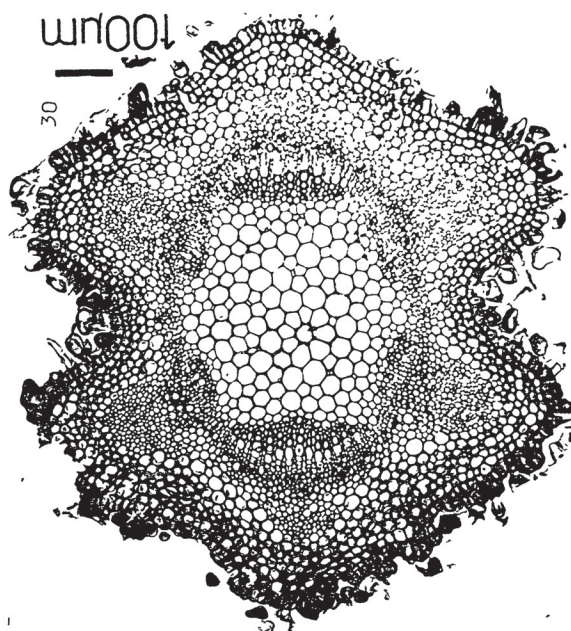
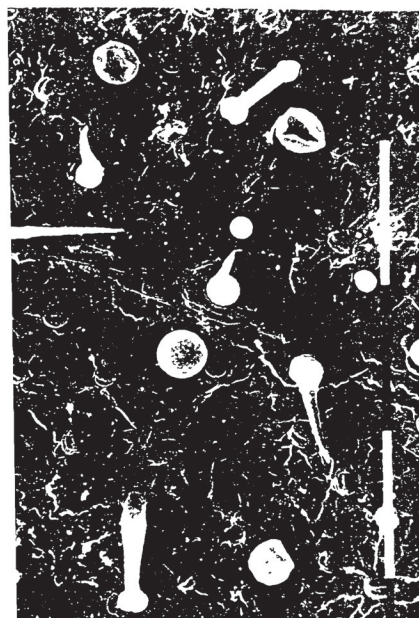




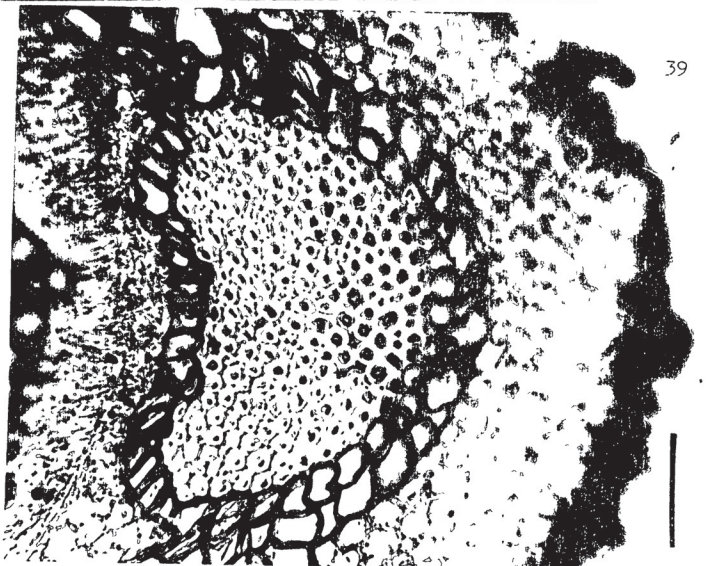
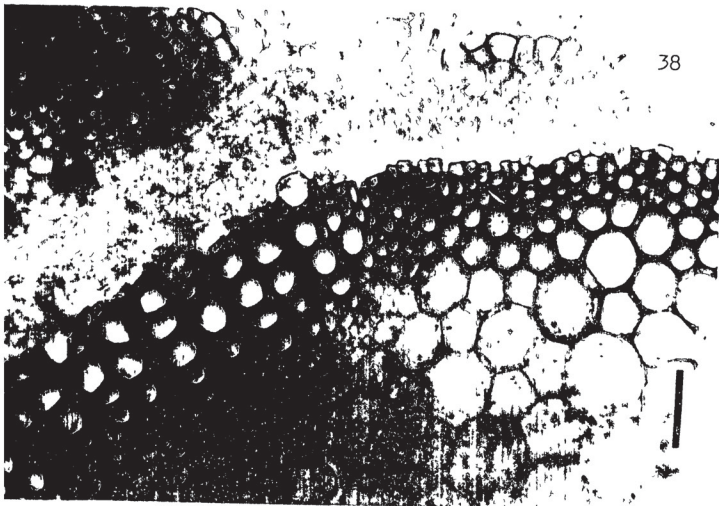
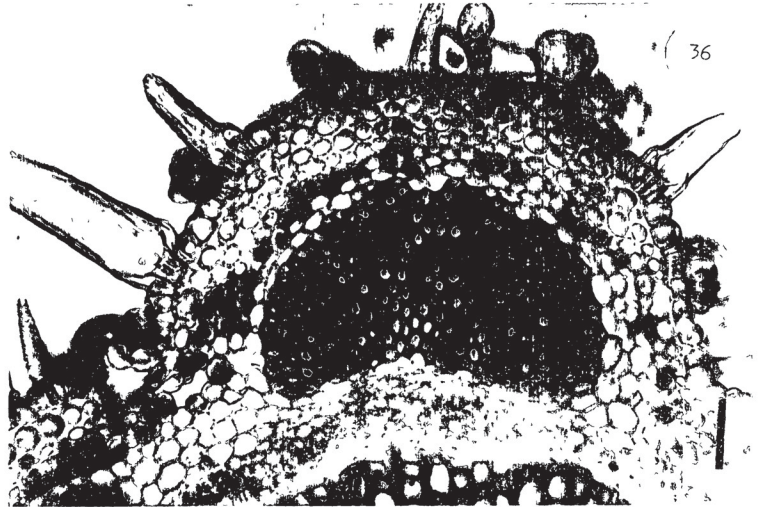
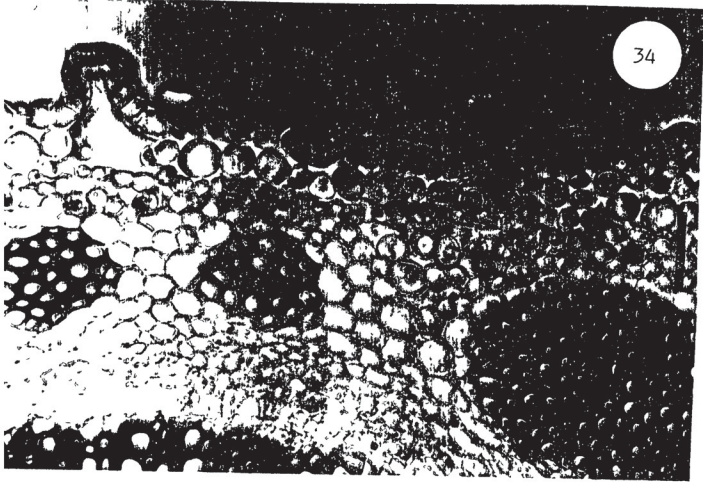
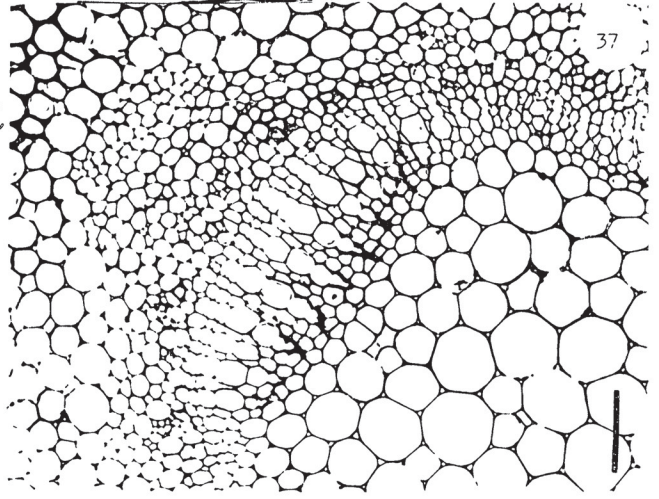
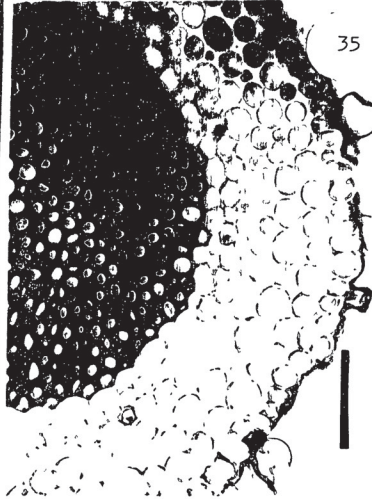
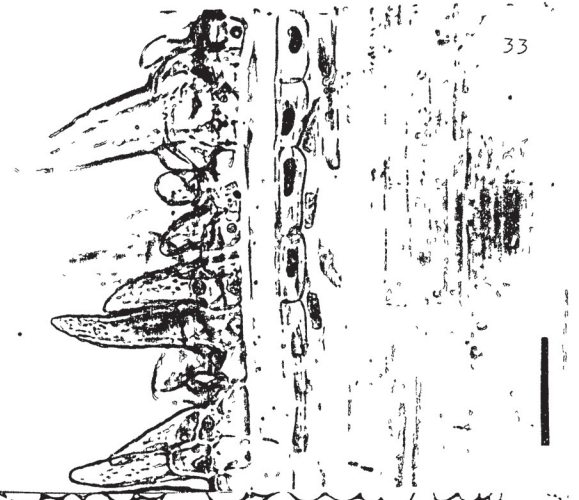
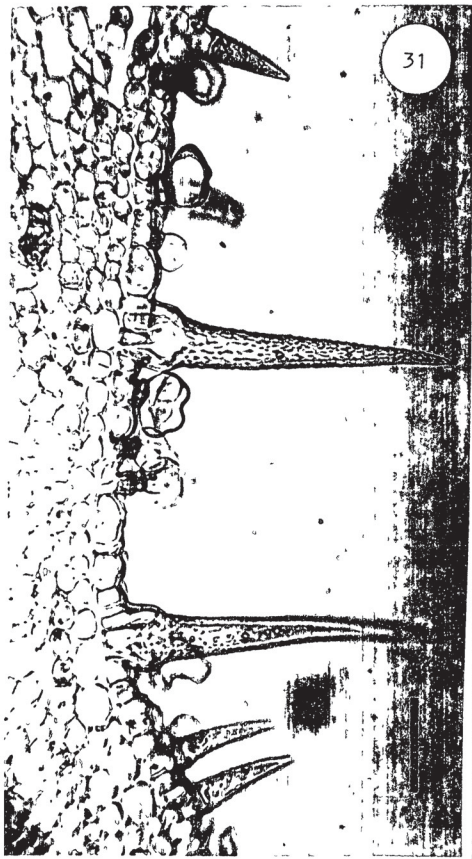




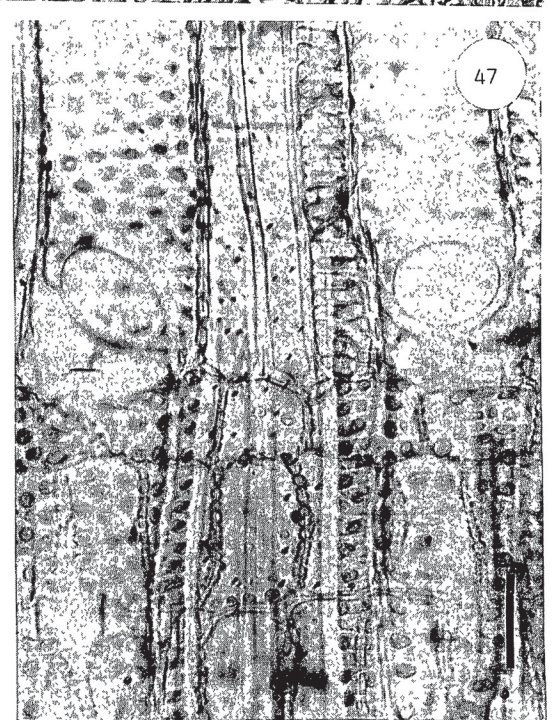
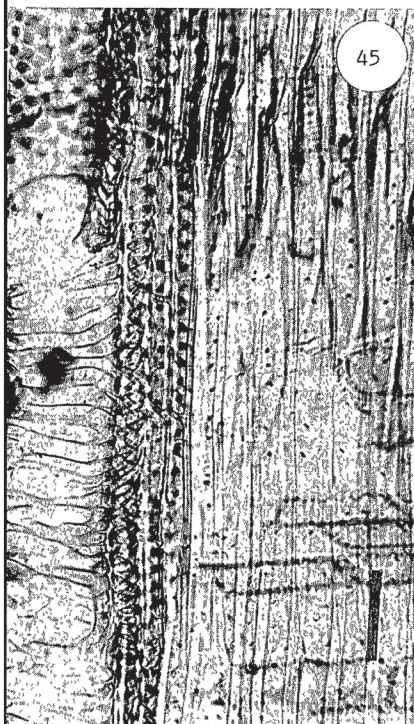
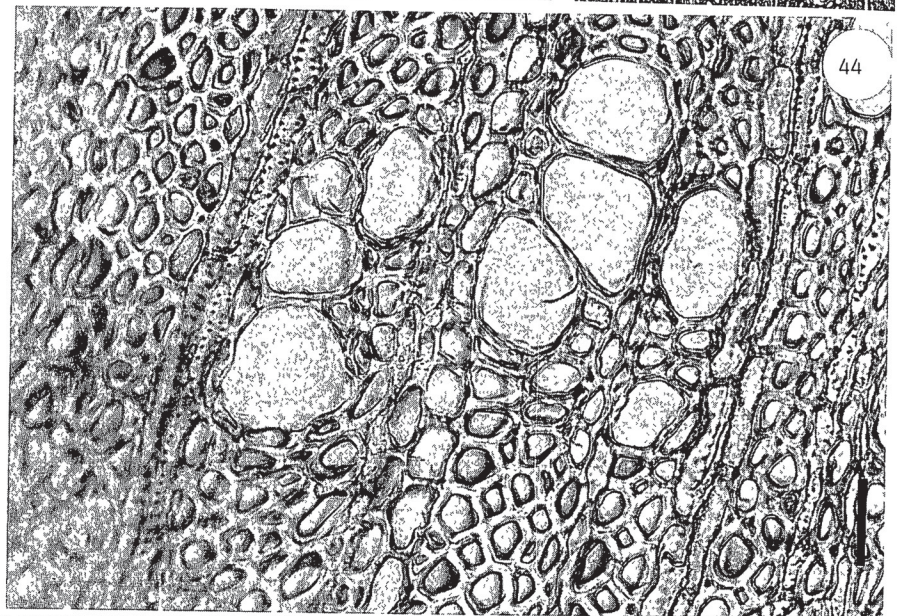
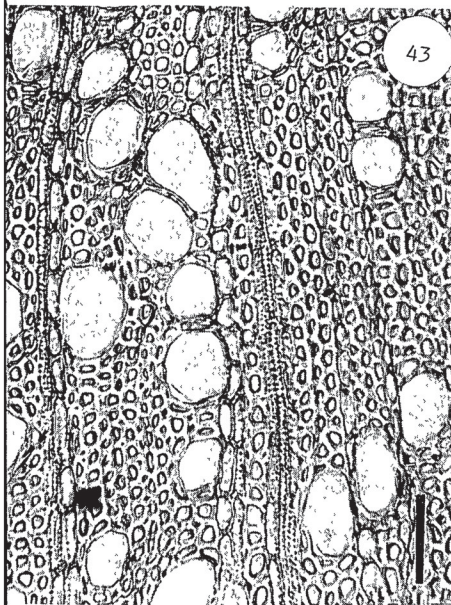
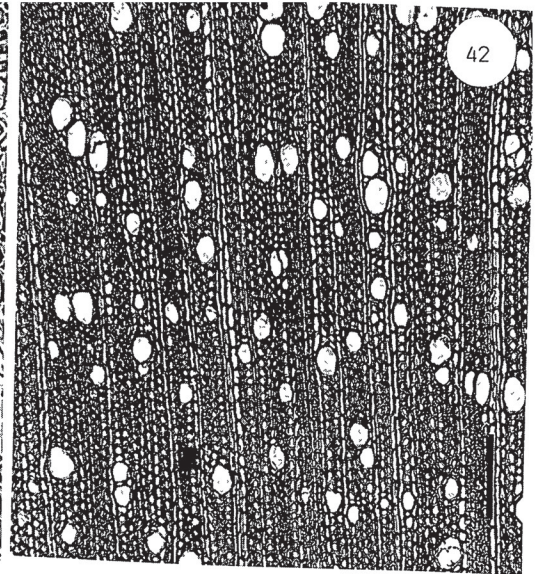
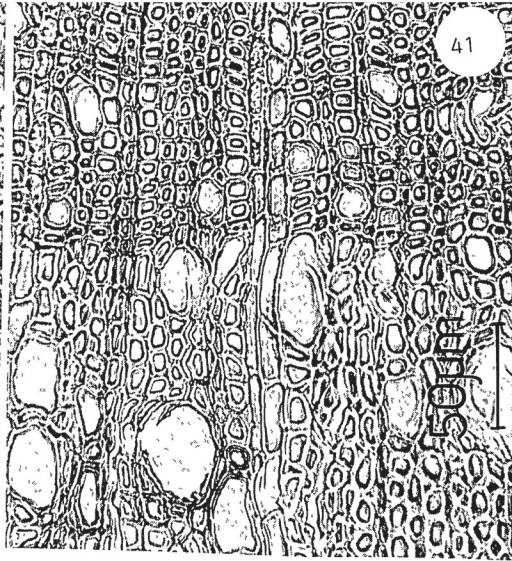
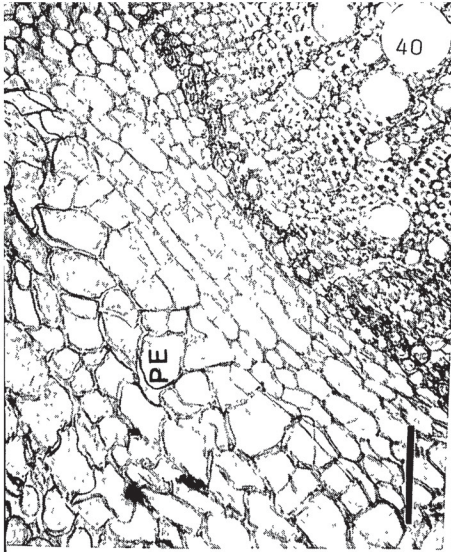




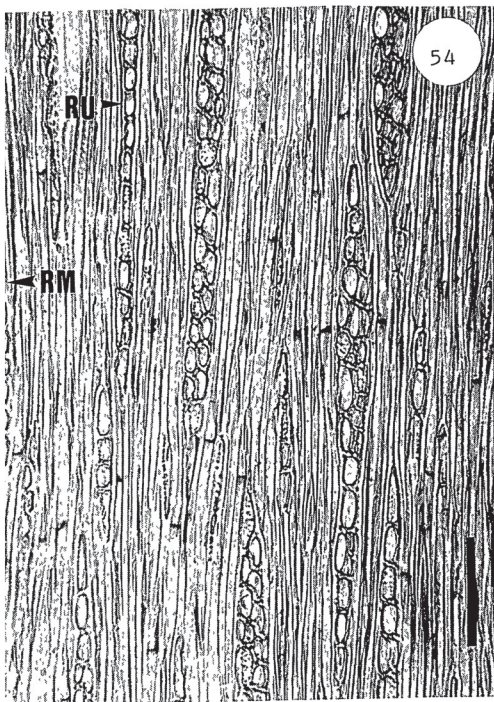
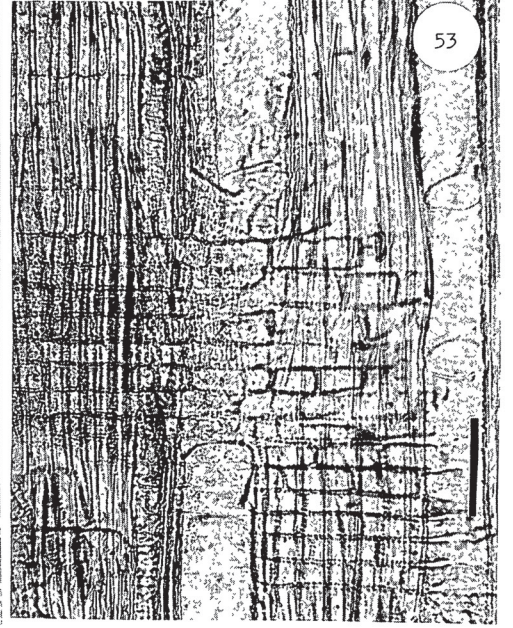
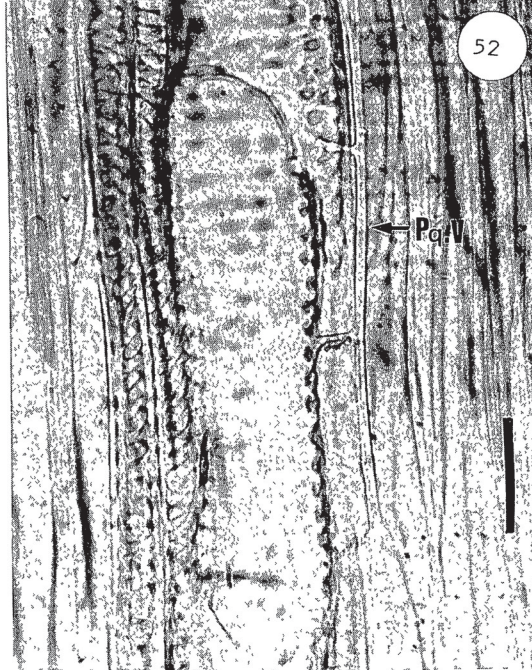
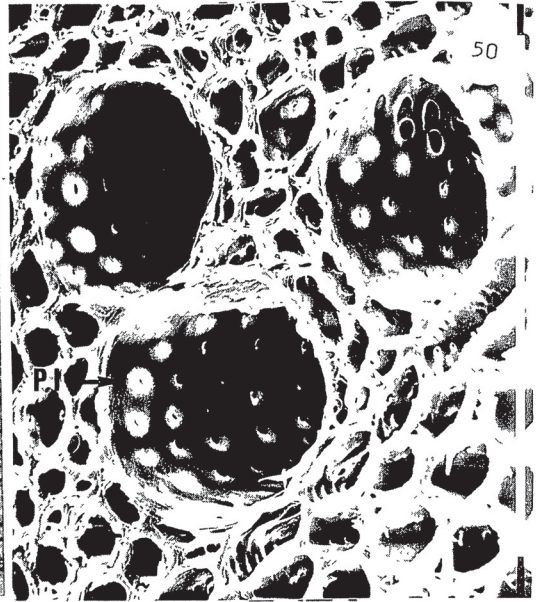
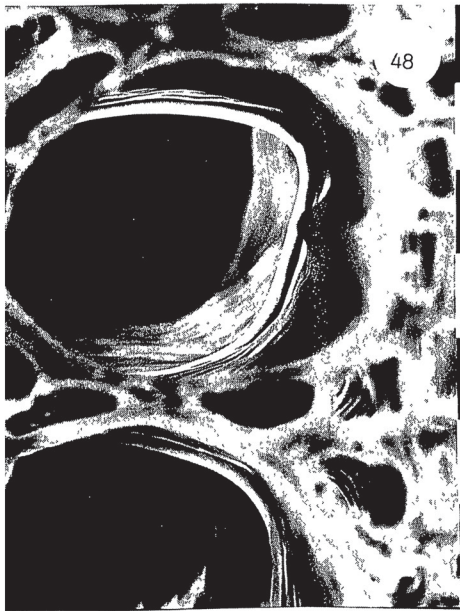




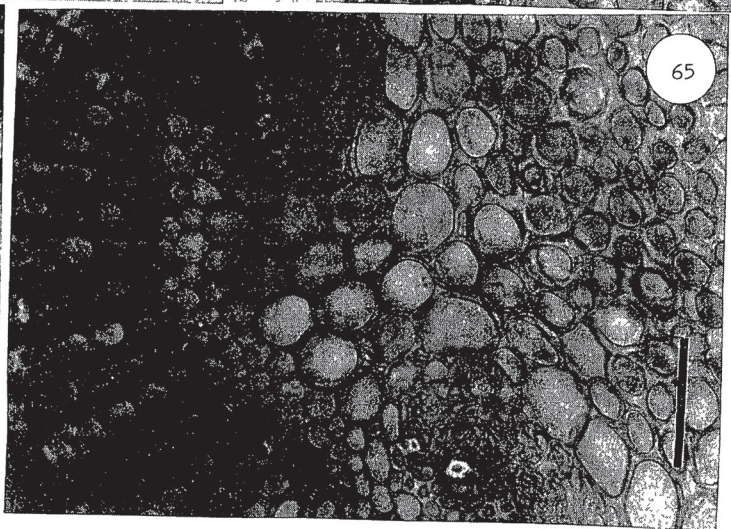
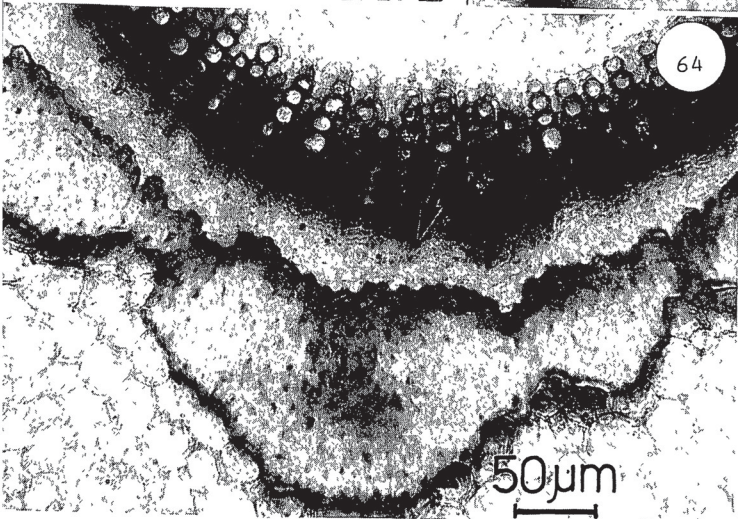
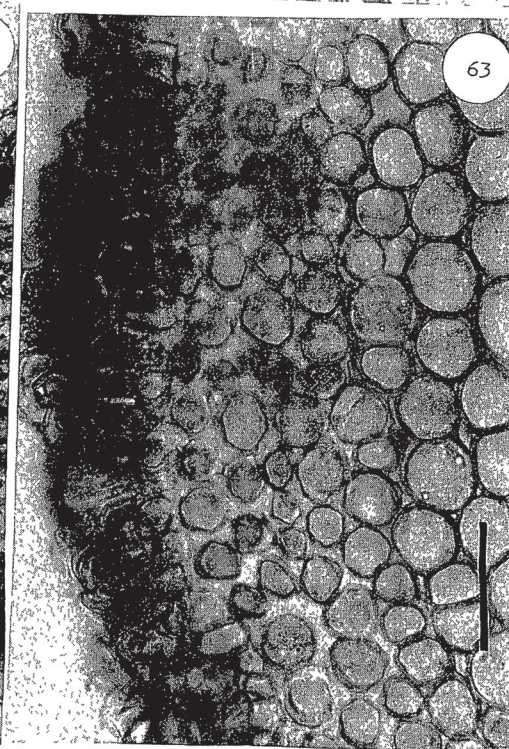
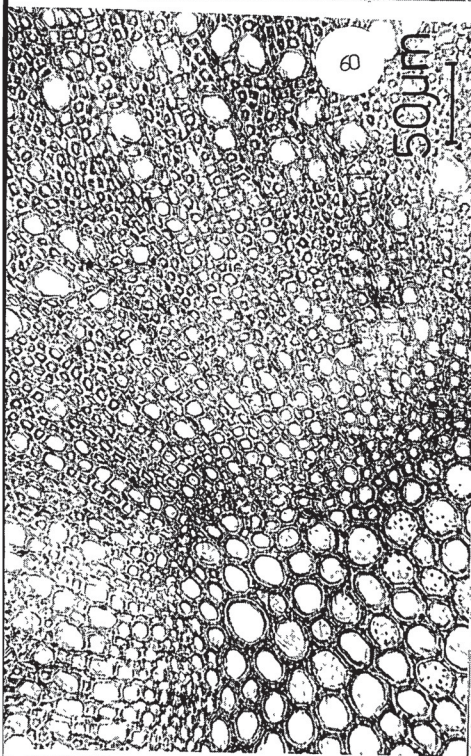
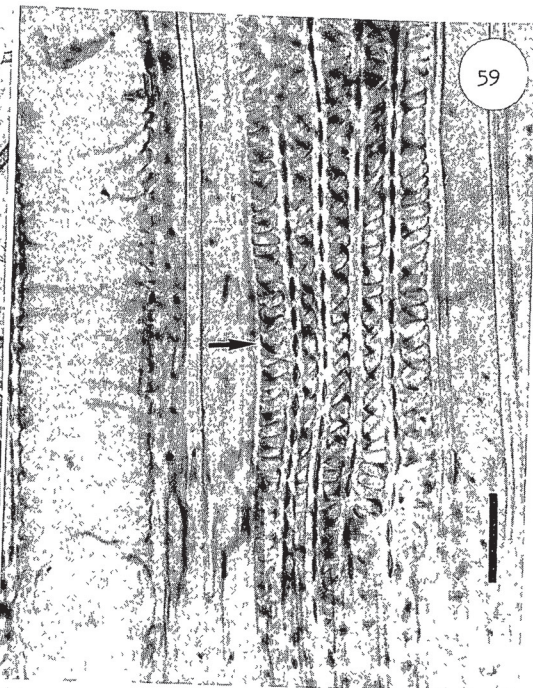
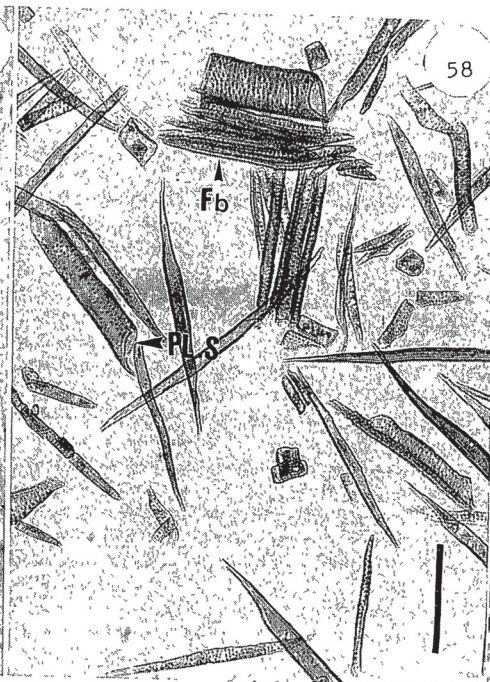














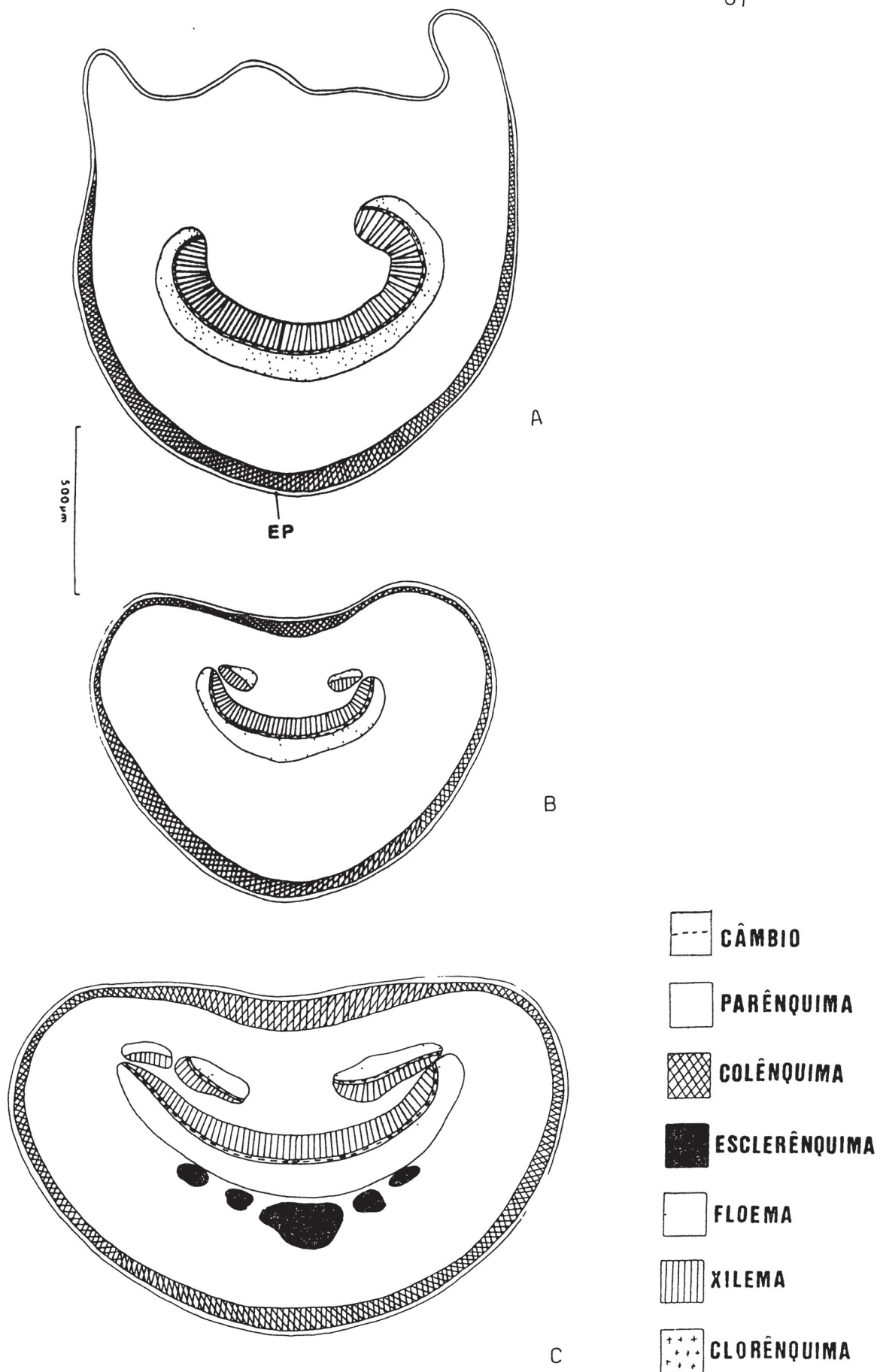


Fig. 57 - Pormenor do xilema secundário do caule, sem seção longitudinal radial, mostrando fibras septadas. (escala de 50  $\mu$ m)

FS = Fibras septadas

Fig. 58 - Células - elemento de vaso, fibra e célula parenquimática - do xilema secundário caulinar, isoladas por processo de maceração. (escala de 50  $\mu$ m)

Pl.S = placa de perfuração simples Fb = Fibrotraqueídeo

Fig. 59 - Detalhe do xilema secundário do caule, em corte longitudinal radial. Notam-se fibrotraqueídeos com espessamento helicoidal. (escala de 50  $\mu$ m) SETA

Fig. 60 - Pormenor do xilema secundário caulinar, em seção transversal. Notam-se células parenquimáticas esclerificadas com pontuações simples, na região perimedular. (escala de 50  $\mu$ m)

Figs. 62 a 65 - Pormenores anatômicos de cortes transversais do pecíolo feitos nas regiões distal (figs. 62, 64, 65), e média (fig. 63). Observam-se detalhes da epiderme com flanges (fig. 62), colênquima e parênquima (fig. 63), tecidos vasculares (fig. 65), (escalas de 40  $\mu$ m - fig. 62 - e de 20  $\mu$ m, as demais).



Fig. 61 - Diagramas dos cortes transversais do pecíolo do metafilo, executados nas regiões proximal (A), média (B) e distal (C).

Fig. 66 - Metafilo diafanizado em vista frontal, mostrando ve-  
nação do bordo. (escala de 20  $\mu\text{m}$ )

Fig. 67 - Pormenor de corte parenquimático do  
metafilo, executado no terço médio da lâmina. Notam-se aréolas  
com terminações vasculares simples e ramificadas e bainha do  
feixe. (escala de 50  $\mu\text{m}$ )

Fig. 68 - Detalhe do corte transversal do limbo do metafilo.  
Nota-se a epiderme cuticularizada com tricomas glandulares.  
(escala de 50  $\mu\text{m}$ )

Fig. 69 - detalhe do corte transversal do limbo do metafilo.  
(escala de 0,1 mm, MEV)

Fig. 70 - Detalhe da epiderme da face adaxial do metafilo.  
Observa-se a base de tricoma envolvida radialmente por células  
epidérmicas. (escala de 50  $\mu\text{m}$ )

Fig. 71 - Pormenor do corte transversal do limbo  
do metafilo. Observam-se a epiderme da face adaxial bi ou  
multiestratificada, a epiderme da face abaxial  
monoestratificada, exceto em nervura de pequeno porte, e  
mesofilo heterogêneo. (escala de 50  $\mu\text{m}$ )

Fig. 72 - Detalhe do corte transversal do limbo do  
metafilo. Observa-se a epiderme bisseriada da face abaxial que  
recobre nervura de pequeno porte e extensão da bainha do feixe.  
(escala de 40  $\mu\text{m}$ ).

Fig. 73 - Pormenor do tricoma tector com cistólito, metafilo  
seccionado transversalmente. (escala de 0,1 mm, MEV)

Fig. 74 - Detalhe do tricoma tector do metafilo, com parede  
verrucosa. (escala de 10  $\mu\text{m}$ , MEV)

Fig. 83 - Diagramas dos cortes transversais da nervura central do metafilo, nas regiões basilar (A), média (B) e apical (C); EP = epiderme.

Fig. 84 - Pormenor do corte transversal da nervura central do metafilo. (escala de 50  $\mu$ m)

Figs. 85 - Detalhe do corte transversal do limbo do metafilo. Observam-se a epiderme bisseriada da face abaxial que recobre nervura de pequeno porte e extensão da bainha do feixe. (escala de 40  $\mu$ m).

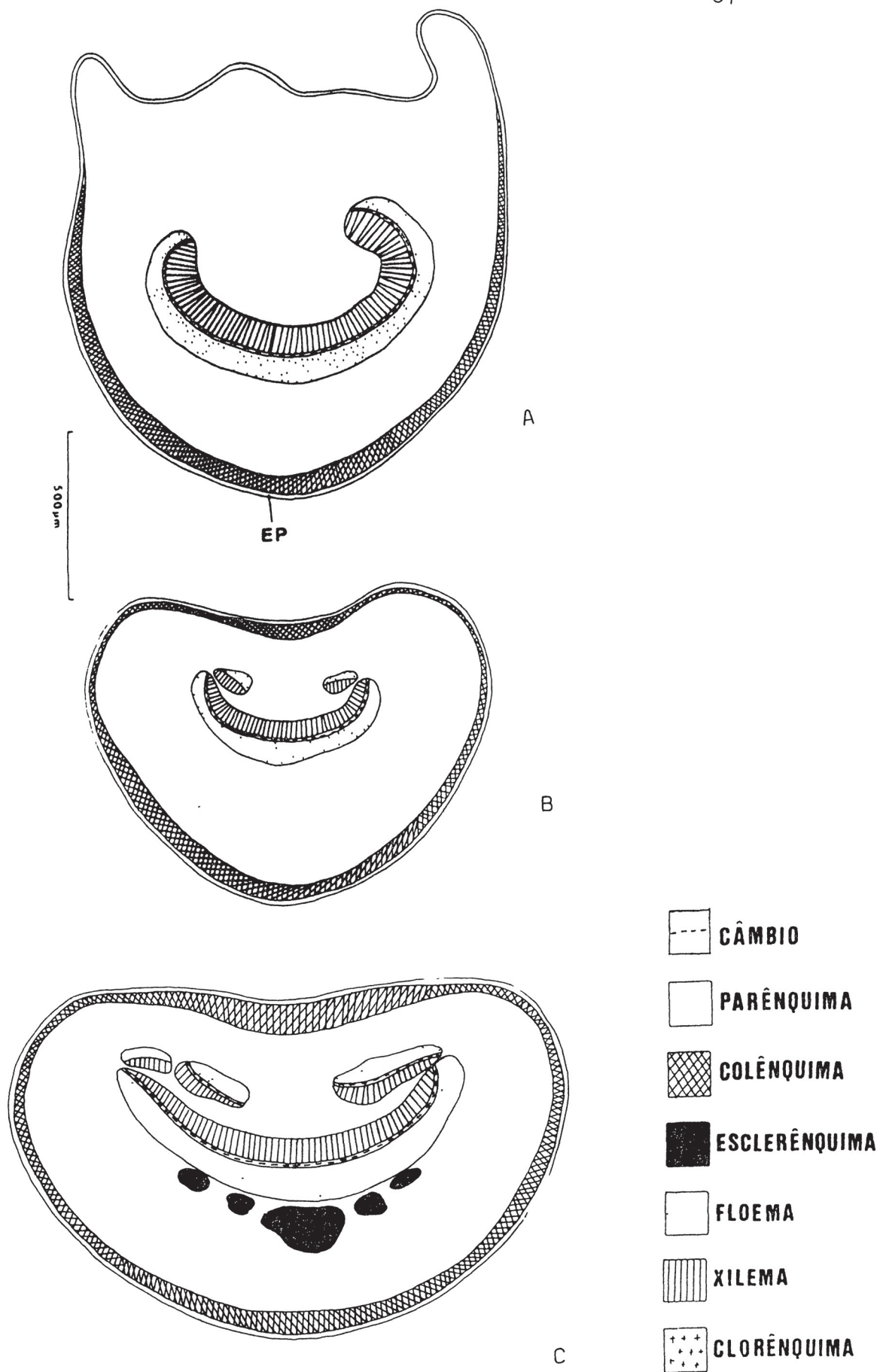
Fig. 86 - Detalhe do corte transversal da raiz em crescimento secundário. Observam-se a periderme, o floema secundário com grande quantidade de substância lipídica, zona cambial e xilema secundário. (escala de 50  $\mu$ m)

Fig. 87 - Pormenor do corte transversal da raiz, em crescimento secundário. Notam-se a porosidade e a presença de raios no lenho. (escala de 0,1 mm, MEV)

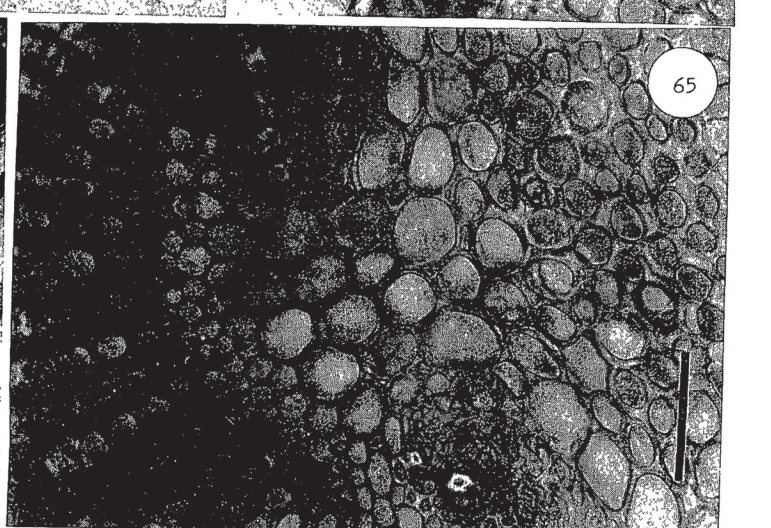
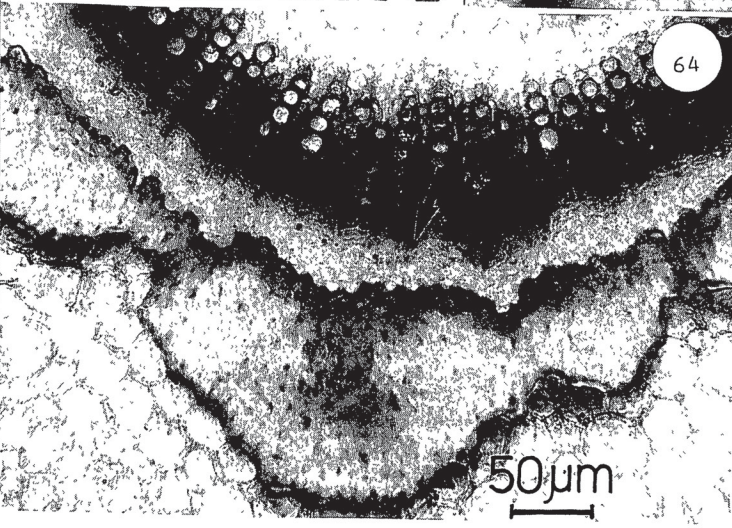
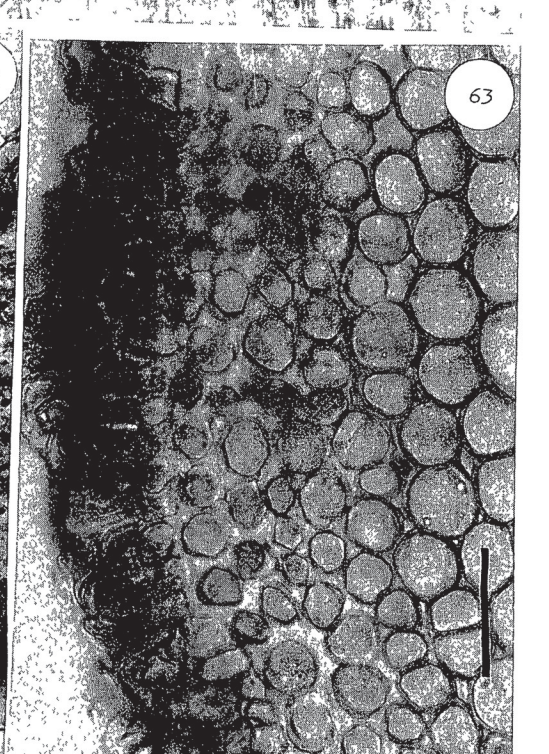
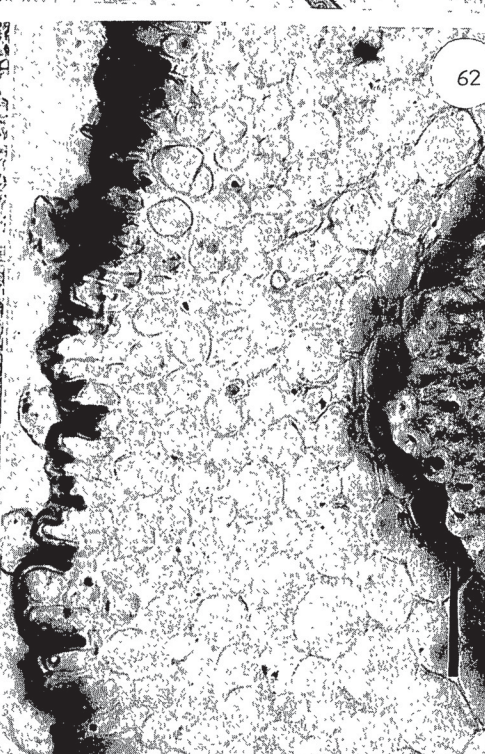
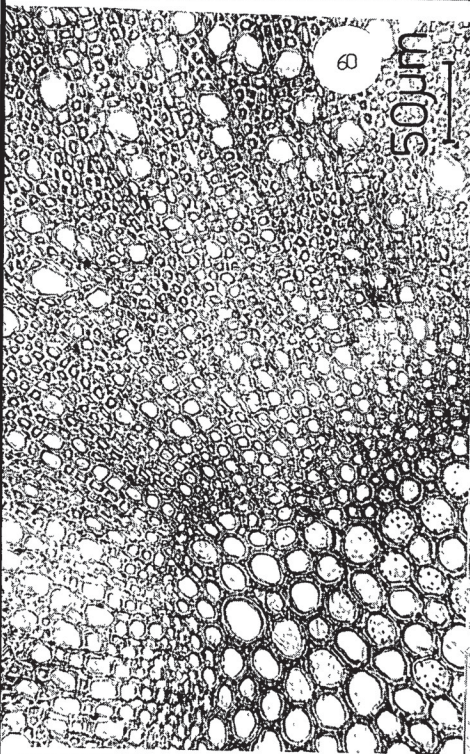
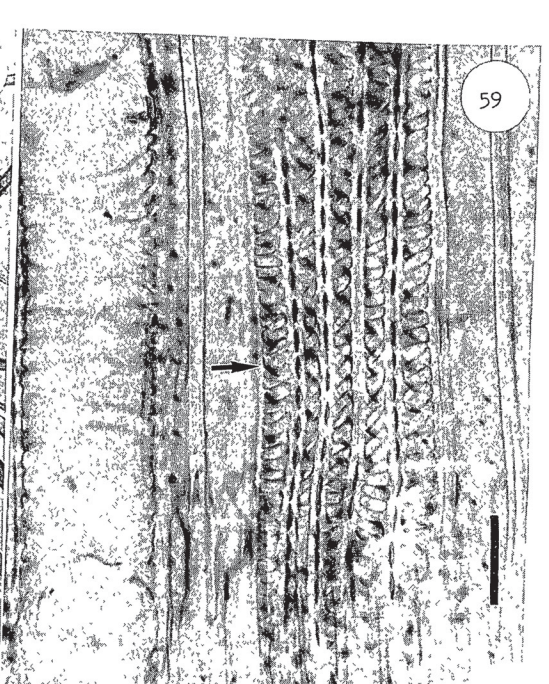
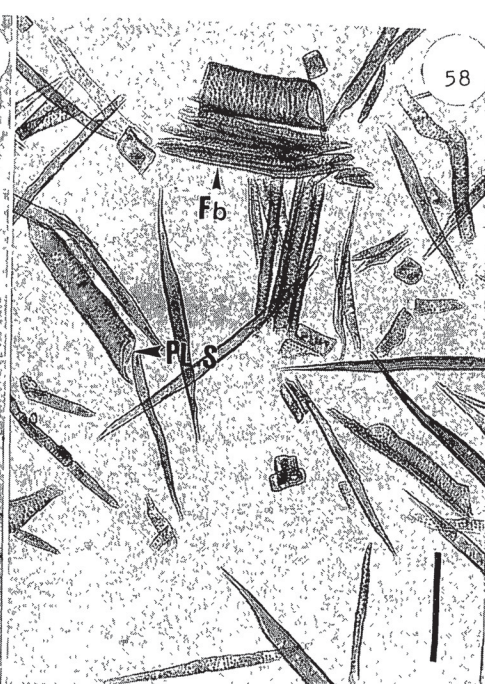
Fig. 88 - Detalhe de elementos de vaso do xilema secundário da raiz, em corte transversal, com placa de perfuração simples. (escala de 0,1 mm, MEV)

Fig. 89 - Elementos traqueais, fibras e células parenquimáticas do xilema secundário da raiz; isolados por processo de maceração. (escala de 50  $\mu$ m)

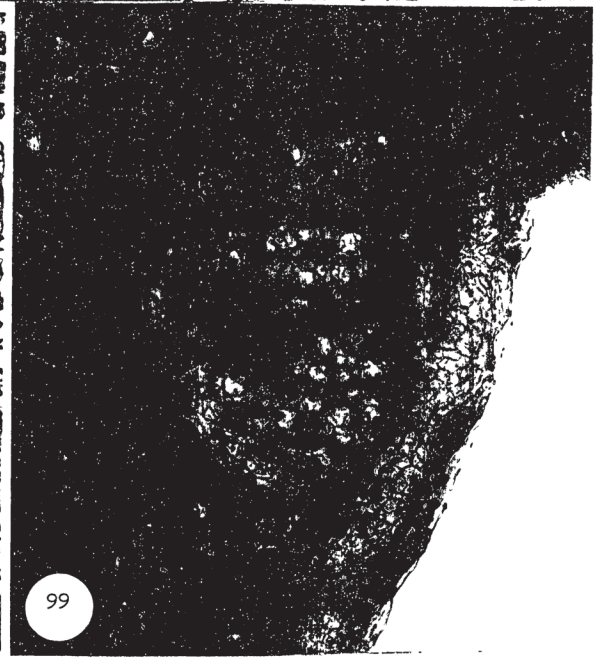
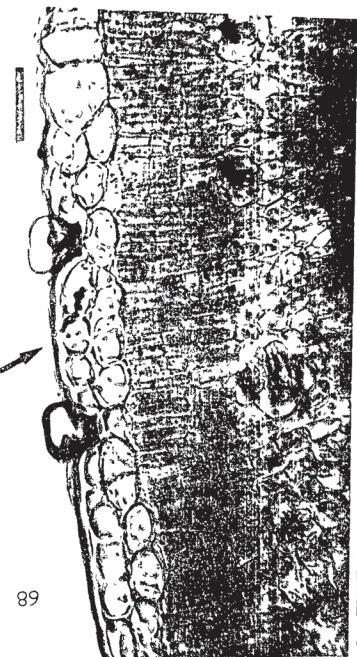
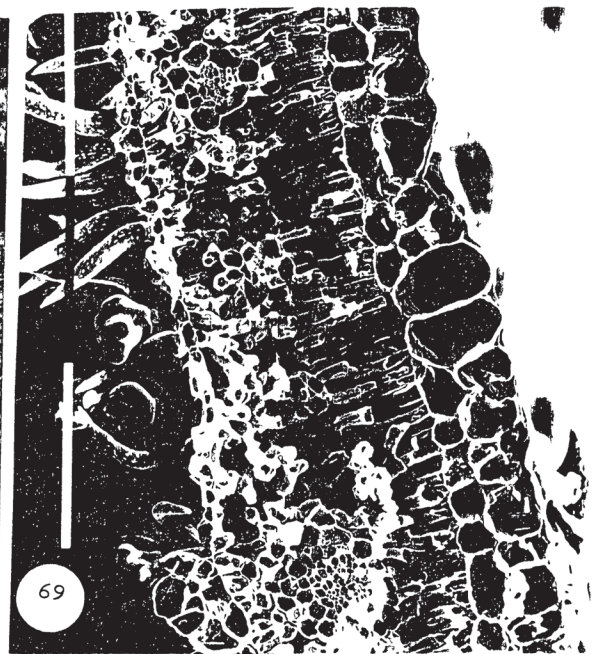
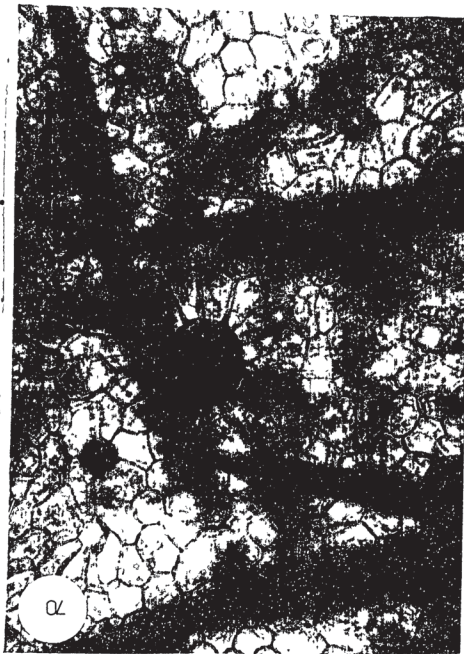
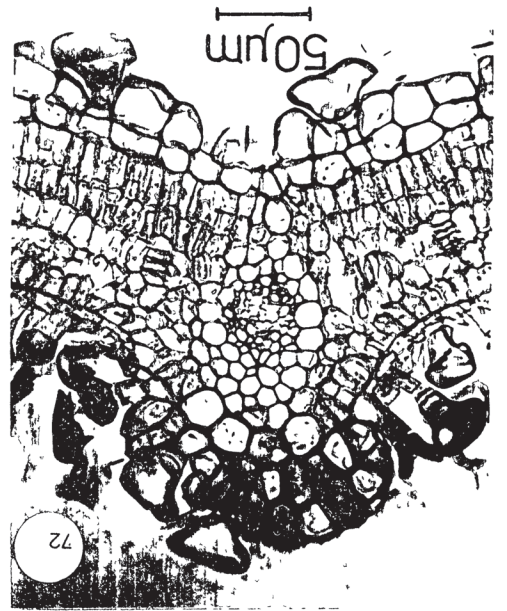




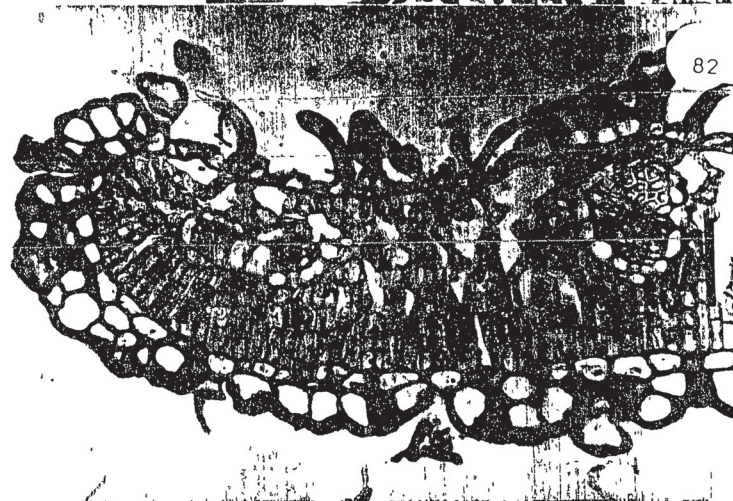
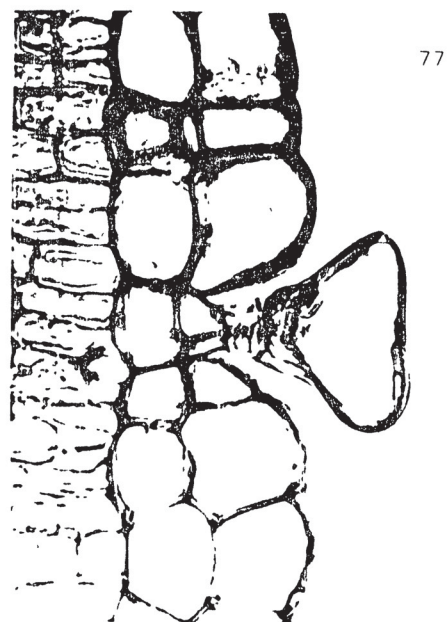




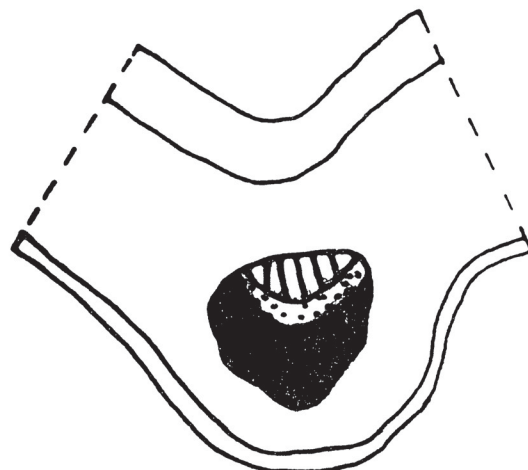
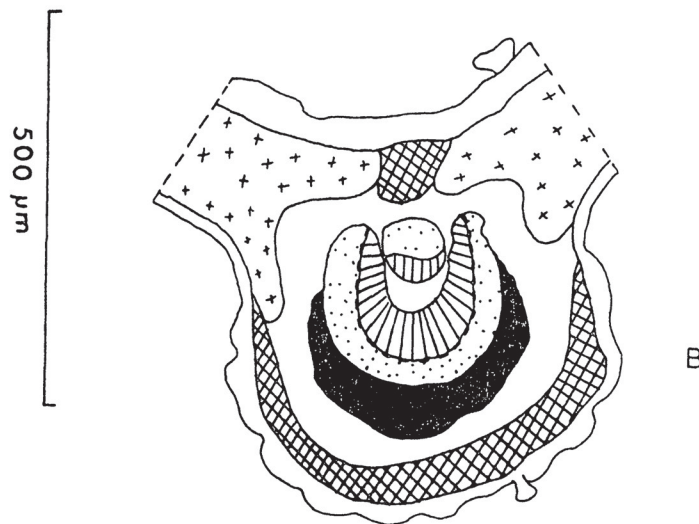
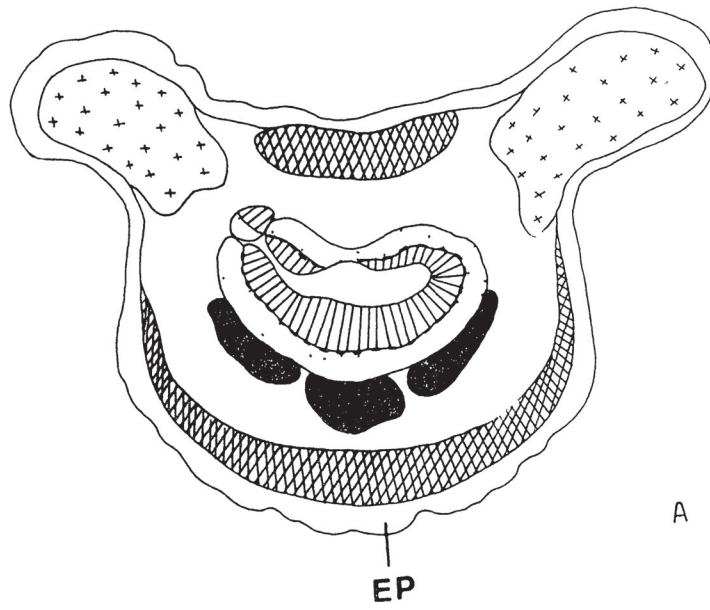











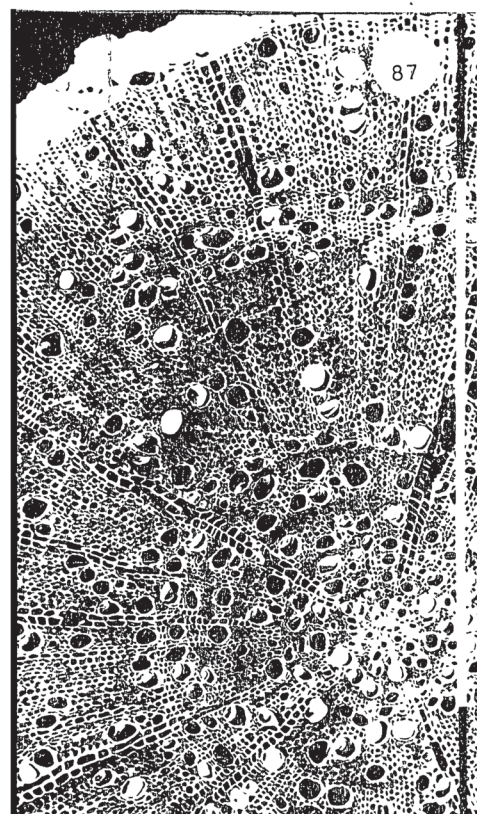
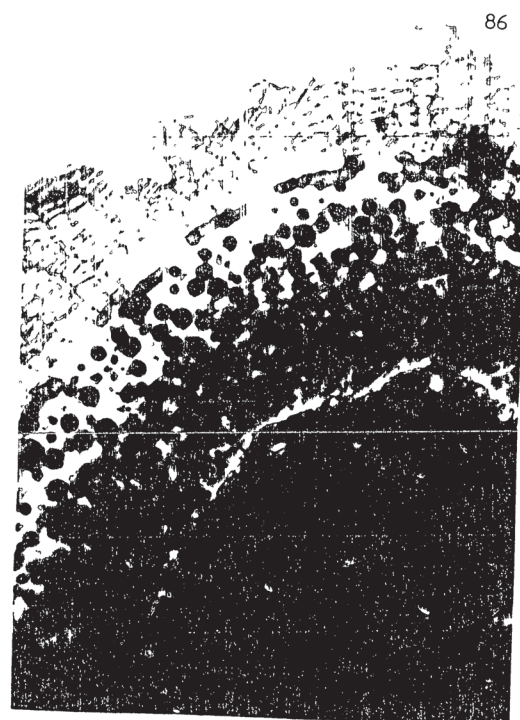
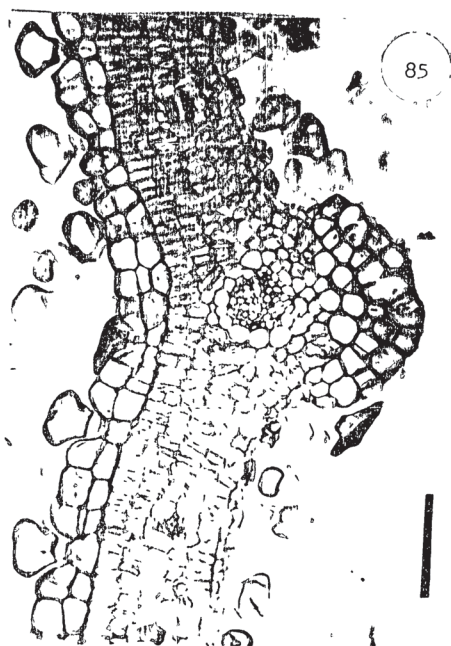
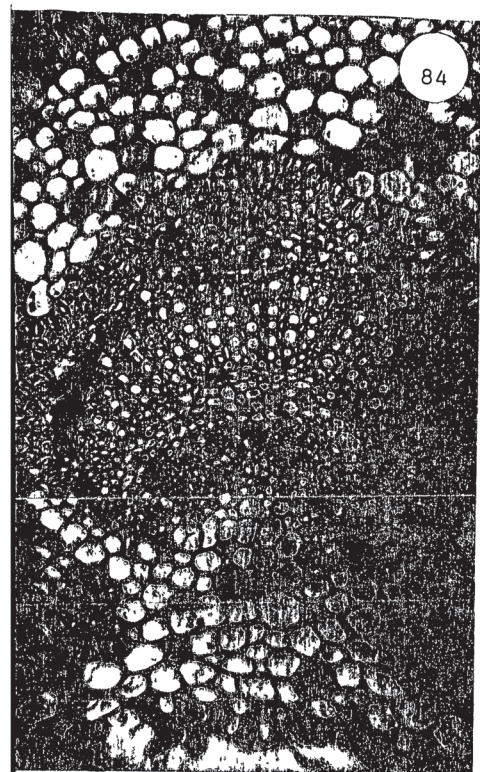








-  CÂMBIO
-  PARÊNQUIMA
-  COLÊNQUIMA
-  ESCLERÊNQUIMA
-  FLOEMA
-  XILEMA
-  CLORÊNQUIMA





## 4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

### 4.1. CARACTERES MORFOLÓGICOS GERAIS

A análise morfológica de *Aloysia hatschbachii*, feita no presente trabalho, adequa-se bem à descrição apresentada para a espécie ou família, por METCALFE & CHALK (1950), BOTTA (1979) e MOLDENKE (1969), respectivamente. Todavia, estes autores não mencionam os caracteres do estágio juvenil da planta, como plântula faneroepigéia, cotilédones foliáceos ovados, protofilos simples com filotaxia oposta cruzada e raiz axial, como verificados nesta espécie.

### 4.2. CARACTERES ANATÔMICOS

#### 4.2.1. Metafilo

##### 4.2.1.1. Pecíolo

MATHEW & SHAH (1987) estudaram 35 táxons da família Verbenaceae e constataram que o pecíolo possui epiderme unies-tratificada - com células colunares, ovais e oblongas, raramente quadrangulares ou poligonais - colênquima subepidérmico, com estratos contínuos ou descontínuos, e parênquima.

O pecíolo de *Aloysia hatschbachii* tem estrutura semelhante ao das espécies estudadas por MATHEW & SHAH (1987), ex-

ceto pela presença de colênquima anular, que não foi registrado em nenhuma das plantas investigadas por estes autores.

Segundo METCALFE & CHALK (1950) a porção distal do pecíolo dos gêneros de Verbenaceae, *Lippia*, *Verbena* e *Lantana*, exibe um feixe vascular mediano em forma de meia-lua, pouco pronunciado. Esta característica também foi verificada em *Aloysia hatschbachii*, mas na porção proximal. Por outro lado estes autores afirmam que os gêneros *Caryopteris* e *Clerodendrum*, da mesma família, apresentam esse feixe vascular na porção distal com o mesmo formato, mas com extremidades curvadas. Nesta região do pecíolo de *Aloysia hatschbachii* ocorre feixe semelhante.

A presença de bandas descontínuas de esclerênquima perivascular, observada na região distal do pecíolo de *Aloysia hatschbachii*, também é mencionada por MATHEW & SHAH (1987) para as Verbenaceae, *Avicennia officinalis*, *Citharexylum*, *Gmelina*, *Clerodendrum indicum*, *Clerodendrum splendens*, *Clerodendrum viscosum*, *Tectona* e *Vitex*.

De acordo com SOLEREDER (1908), o sistema fibrovascular do pecíolo tem uma estrutura variada. A maior parte dos casos ele forma um anel ou um arco, com um ou mais pares de feixes vasculares adicionais na face adaxial. Em *Premna scandens* os feixes vasculares estão arranjos de maneira escalariforme, semelhante a *Aloysia hatschbachii*.

MATHEW & SHAH (1987) registram tricomas e estômatos na porção mediana do pecíolo de *Avicennia*. A presença de tricoma em *Avicennia*, muito freqüente na epiderme abaxial é rara - ou ausente - na epiderme adaxial, o que confere com o observado



para o pecíolo de *Aloysia hatschbachii*. Entretanto, esses autores não se referem aos tipos morfológicos de tricomas para aquele táxon.

#### 4.2.1.2. Epiderme foliar e anexos

A presença de tricomas glandulares e não-glandulares (tectores) na epiderme foliar de *Aloysia hatschbachii* é registrada na literatura botânica para outras espécies (METCALFE & CHALK, 1950; EL-GAZZAR, 1974; ANCIBOR, 1982; KAUSHAL & TRIPATHI, 1984;). Para o gênero *Aloysia*, CANTINO (1990) cita a ocorrência de tricomas tectores e glandulares, sendo estes de ápice pluricelular (4 células), em *Aloysia gratissima*, e unicelular, em *Aloysia wrightii*. O tricoma glandular de *Aloysia hatschbachii* assemelha-se portanto, ao desta última espécie, tratando-se do metafilo e caule.

Segundo SOLEREDER (1908), tricomas glandulares são largamente distribuídos na ordem Lamiales, os ápices desses tricomas são uni, bi, ou multicelulares, sendo arredondados, pequenos ou em forma de disco e maiores. No metafilo de *Aloysia hatschbachii* o ápice do tricoma glandular é unicelular e vesiculoso ou arredondado, com o pedicelo longo e delgado na face abaxial ou curto e piriforme inserido entre as células epidérmicas adaxiais. (FAHN, 1990)

SOLEREDER (1908) cita tricomas tectores unicelulares com cistólitos ou células subsidiárias com estruturas semelhantes a cistólitos. *Aloysia hatschbachii* apresenta cistólitos apenas na base dos tricomas tectores da face adaxial. SOLEREDER (1908), afirma que cistólitos independentes dos tricomas não

têm sido observados na ordem Lamiales, mas possivelmente ocorrem.

A ocorrência de cistólitos em tricomas tectores de *Aloysia hatschbachii* é referida na literatura também por ELGAZZAR (1974), que estudou 68 espécies americanas de Verbenaceae e encontrou 22 com cistólitos. METCALFE & CHALK (1950) também encontraram cistólitos em espécies dos gêneros *Lantana*, *Lippia*, *Tectona* e *Verbena*, mas nas células epidérmicas que circundam as células basais dos tricomas tectores. É interessante também assinalar que nas figuras apresentadas por KAUSHAL & TRIPATHI (1984), sobre tricomas foliares de espécies de Verbenaceae como *Lantana montedensis*, *Lantana camara* var. *aculeata*, *Stachytarpheta jamaicensis*, *Verbena bipinatifida*, *Duranta plumerii* var. *albiflora*, *Clerodendrum inerme*, *Clerodendrum splendens* e *Holmskioldia sanguinea*, parece haver cistólito. Tal sugestão baseia-se na morfologia do tricoma tector, onde destaca-se também uma base globosa, semelhante a observada em *Aloysia hatschbachii*.

Os tricomas tectores em *Aloysia hatschbachii* apresentam superfície verrucosa, esta mesma característica é observada nas espécies de *Lantana camara* var. *hybrida*, *L. montedensis*, *Verbena bipinnatifida*, *Gmelina phillipensis*, *Clerodendrum splendens*, de acordo com KAUSHAL & TRIPATHI (1984). Segundo os mesmos autores a família Verbenaceae tem recebido pouca atenção no que se refere a análise da epiderme e seus apêndices.

A face adaxial revestida de espessa cutícula, com células de tamanho e formato variáveis e de paredes anticlinais retas ou curvas, observada em *Aloysia hatschbachii*, também ocorre

em outras espécies de Verbenaceae, como *Lantana montedensis*, *Lantana camara* var. *aculeata*, *Lippia nodiflora*, *Verbena bipinnatifida*, *Duranta plumerii*, *Clerodendrum fragrans* e *Clerodendrum inerme* (KAUSHAL & TRIPATHI, 1984).

A face abaxial em *Aloysia hatschbachii* é densamente recoberta por tricomas tanto glandulares quanto não-glandulares, impossibilitando a visualização das células epidérmicas. CANTINO (1990), ao estudar estômatos em alguns representantes da família Verbenaceae, também observou densa cobertura de tricomas, fato que também dificultou sua investigação.

O registro de cutícula conspícua e estriada em ambas as faces da epiderme de *Verbena seriphioides* (ANCIBOR, 1982), também se verifica em *Aloysia hatschbachii*.

Segundo METCALFE & CHALK (1950) a família Verbenaceae apresenta estômatos de tipos variáveis. KAUSHAL & TRIPATHI (1984) estudaram 16 espécies de Verbenaceae e constataram maior frequência de estômatos anomocítico e mais raramente outros tipos, combinados ou não, como o diacítico e anisocítico. Por outro lado, METCALFE & CHALK (1950), em sua revisão sobre os estudos anatômicos em Verbenaceae, registram a ocorrência de estômatos diacíticos na maioria das espécies e nas outras, os tipos anomocíticos e paracíticos. Esta discordância entre os autores sugere a necessidade de maiores estudos na família. Aliás, CANTINO (1990) comenta a dificuldade de se avaliar o conflito de distribuição dos tipos de estômatos em Verbenaceae, devido principalmente as diferenças terminológicas apresentadas na literatura botânica (METCALFE & CHALK, 1950).



Em *Aloysia hatschbachii* os estômatos são anomocíticos, e o que confere com o encontrado por CANTINO (1990), para os folhas *Aloysia gratissima*.

Na família Verbenaceae os estômatos podem ser encontrados em ambas as superfícies foliares (METCALFE & CHALK, 1950; KAUSHAL & TRIPATHI, 1984; CANTINO, 1990). Todavia, os estudos com *Aloysia hatschbachii* mostram que as folhas desta espécie são hipoestomáticas.

#### 4.2.1.3. Mesofilo

A família Verbenaceae apresenta mesofilo dorsiventral ou isobilateral (METCALFE & CHALK, 1950). Em *Aloysia hatschbachii* o mesofilo é dorsiventral, embora ocorram células mais compactas abaixo de feixes vasculares de pequeno porte na porção basal de folhas jovens, dando a impressão de camada paliçádica e mesofilo isobilateral.

#### 4.2.2. Caule

##### 4.2.2.1. Caule crescimento primário

De acordo com SOLEREDER (1908), o caule primário de representantes da família Verbenaceae estudados; geralmente apresentam colênquima no córtex. METCALFE & CHALK (1950), citam a presença de uma hipoderme colenquimatosa, registrada por MULLAN (1571) em *Clerodendrum inerme* Gaertn. e córtex primário frequentemente colenquimatoso, algumas vezes assimilador.

Na espécie em estudo, verificou-se colênquima laminar-angular bem desenvolvido, principal, nas arestas caulinares.

Segundo SOLEREDER (1908), Pitard registra feixes isolados de fibras compondo o periciclo em espécies de *Aegiphila*, *Clerodendrum*, *Cornutia*, *Oxcera* e *Verbena* e um anel composto e descontínuo de esclerênquima formando o periciclo de *Clerodendrum aculeata*, *C. bungei* e *Vitex agnus-castus*. METCALFE & CHALK (1950), mencionam um periciclo na maior parte das vezes contendo feixes isolados de elementos esclerenquimáticos em *Clerodendrum*, *Duranta*, *Oxcera*, *Petrea* e *Sphenodesma*.

Em *Aloysia hatschbachii* os feixes isolados de fibras, circundados por bainha de células parenquimáticas envolvendo o cilindro vascular, podem ser considerados no presente trabalho como periciclo, de origem mista de acordo com a terminologia adotada pelos autores supracitados.

Observa-se que a instalação da primeira periderme em *Aloysia hatschbachii* tem origem interna no córtex, próxima a bainha amilífera, de acordo com SOLEREDER (1908), o desenvolvimento do felogênico na família Verbenaceae ocorre subepidermicamente (*Aegiphila*, *Citharexylum*, *Stachytarpheta* e *Vitex*), na segunda ou terceira camada de células do córtex primário, (*Vitex* e *Citharexylum*) ou profundamente no córtex primário, em poucas camadas celulares após o periciclo (*Stilbeae*). METCALFE & CHALK (1950), citam felogênio originando-se superficialmente em *Aegiphila*, *Avicennia*, *Callicarpa*, *Caryopteris*, *Citharexylum*, *Clerodendrum*, *Congea*, *Duranta*, *Oxcera*, *Petrea*, *Priva*, *Sphenodesma*, *Stachytarpheta*, *Symphorema*, *Tectona* e *Vitex*; ou situado mais profundamente em *Stilbeae*, de acordo com SOLEREDER (1908), e em espécies de *Lantana* e *Lippia*.



#### 4.2.2.2. Estrutura do xilema secundário

De acordo com SOLEREDER (1908), na estrutura da madeira de Verbenaceae, as características mais importantes são as pontuações simples das fibras libriiformes e a presença constante (mesmo em espécies herbáceas, segundo Born) de raios medulares. Os raios medulares vão de 1 a 6 fileiras de células de largura; são lignificados na maioria das espécies dos gêneros; e também heterogêneos e homogêneos (SOLEREDER, 1908; METCALFE & CHALK, 1950).

As placas de perfuração dos vasos são geralmente simples, ou são raramente reticuladas ou escalariformes, em espécies de *Vitex*, ou se apresentam ainda num arranjo anômalo de barras, como em *Cytharexylum myrianthum* (GOMES, 1989). Nos táxons Stilbeae e Chloanthaeae foram registradas placas com estrutura irregular (SOLEREDER, 1908; METCALFE & CHALK, 1950).

*Aloysia hatschbachii* apresenta placas de perfuração simples, e raramente reticulada a escalariforme.

Em *Aloysia hatschbachii* ocorrem raios parenquimáticos lignificados, heterogêneos, que vão de 1 até 4 células de largura.

Os espessamentos secundários helicoidais na parede dos vasos e traqueídeos de *Caryoptheris mastacanthus*, *Lippia* spp. e *Geusia* foram registrados por SOLEREDER (1908) e METCALFE & CHALK (1950).

O xilema secundário de *Aloysia hatschbachii* apresenta também espessamentos helicoidais nos traqueídeos e pontuações reticulares e escalariformes nos elementos de vasos.

O parênquima axial em espécies de *Citharexylum* e no lenho primaveril de *Tectoma grandis* são registrados por SOLEREDER (1908). Segundo METCALFE & CHALK (1950), o parênquima é tipicamente paratraqueal, do tipo vasicêntrico, algumas vezes vasicêntrico confluyente. Por outro lado, em *Aloysia hatschbachii*, foi observada a presença de parênquima paratraqueal escasso e parênquima apotraqueal difuso em pequenas quantidades.

A presença de fibras septadas e não septadas registradas em abundância no xilema secundário de *Aloysia hatschbachii*, é referida na literatura para outras espécie de Verbenaceae. Desta forma, SOLEREDER (1908), menciona fibras com pontuação simples, algumas destas septadas em espécies de *Aeghiphila*, *Campylostachys*, *Chloanthes*, *Congea*, *Euthystachys*, *Lantana*, *Petraea*, *Stilbe*, *Symphorema* e *Vitex*. METCALFE & CHALK (1950), registram fibras septadas e não-septadas em *Avicennia* e *Peronema* e em algumas espécies de *Petraea* e *Vitex*, e poucas fibras septadas em *Clerodendrum* e *Lantana*.

*Aloysia hatschbachii* apresenta fibras libriiformes septadas e não-septadas em abundância no xilema secundário, e fibras gelatinosas, de acordo com a terminologia empregada por RITCHER (1978).

De acordo com METCALFE & CHALK (1950), a maioria dos vasos tem tamanho médio, ocasionalmente com padrão ligeiramente radial, oblíquo ou tangencial, comumente porosidade em forma de anel.

Em *Aloysia hatschbachii*, observam-se três padrões de distribuição dos vasos citados por METCALFE & CHALK (1950) e porosidade difusa no estágio de pleno desenvolvimento do lenho.



Analisando-se o caule de *Aloysia hatschbachii* em estágio inicial de desenvolvimento secundário, notam-se a periderme e a presença de fibras do floema secundário, adjacentes à feloderme, formando uma faixa contínua que envolve o floema. Segundo Müller (SOLEREDER, 1908), bandas de fibras com células pétreas são mencionadas como ocorrendo no floema secundário de *Vitex agnus-castus* e *Tectona grandis*, ao mesmo tempo Briquet (SOLEREDER, 1908) declara que esclereídeos estão presentes nas mesmas regiões em espécies *Eurylobium*, *Choloanthes*, *Pityrodia* e *Cyanostegia*. METCALFE & CHALK (1950) citam floema secundário incluindo fibras, algumas vezes acompanhadas por células pétreas em espécies de *Callicarpa*, *Chloanthes*, *Cyanostegia*, *Eurylobium*, *Lippia*, *Pityrodia*, *Premna*, *Sphenodesma* (faixas de células esclerificadas).

#### 4.2.3. Xeromorfia

Na literatura os caracteres xeromorfos são registrados por muitos autores. SOLEREDER (1908) e ESAU (1974) referem-se a notável espessura da cutícula e das paredes das células epidérmicas. SOLEREDER (1908) menciona ainda a presença comum de paredes anticlinais epidérmicas retas de folhas de espécies de habitats secos. Shields (1950) e Stalfet (1956), in ESAU (1974), afirmam que um dos caracteres predominantes de folhas xeromorfas é a elevada relação volume-superfície, isto é, as folhas são pequenas e compactas. Este caráter acha-se associado a determinadas estruturas internas, como mesofilo espesso, com parênquima paliçádico mais desenvolvido que o esponjoso, pequeno volume de espaço intercelular, rede vascular compacta,

grande frequência de estômato, venação densa, associada a baixa presença de extensões da bainha do feixe (ESAU, 1974; PHILPOTT, 1956). A flora xerófita pode também apresentar elevada proporção de representantes, cujas folhas possuem hipoderme (ESAU, 1974).

As folhas de *Aloysia hatschbachii* apresentam de modo geral os caracteres xeromórficos relacionados acima. Entretanto, com referência a presença de hipoderme, um caráter comum em plantas xeromórficas, esta espécie não o apresenta. Nela, todavia, a epiderme adaxial é quase toda bisseriada, que se origina da protoderme por divisões periclinais.

Stalfelt (1956), in ESAU (1974), ressalta que reforços mecânicos das folhas, representados por abundante desenvolvimento de esclerênquima, comum em xerófitas, são interpretadas como estruturas que reduzem os efeitos danosos produzidos pelo murchamento. O esclerênquima abundante é encontrado em plantas de habitat continuamente seco ou em que ocorra seca periódica, tais como as dos desertos quentes (ESAU, 1974). No presente trabalho, *Aloysia hatschbachii* apresenta esclerênquima perivascular na porção distal do pecíolo e abundante desenvolvimento de esclerênquima ao longo da nervura central, paralelamente ao feixe vascular, principalmente na porção mediana.

Ainda segundo ESAU (1974), tricomas são numerosos em muitas xerófitas. A espécie em estudo, *Aloysia hatschbachii*, apresenta-se densamente recoberta por pêlos, e os tricomas tectores apresentam superfície verrucosa. De acordo com KAUSHAL & TRIPATHI (1984) esta característica está aparentemente associada com a natureza xeromórfica da espécie.



Embora *Aloysia hatschbachii* apresente caracteres xeromórficos, como referidos acima, observa-se também características - como paredes anticlinais curvas ou sinuosas das células epidérmicas foliares, a presença de estômatos elevados, acima do nível das outras células epidérmicas e folhas hipoestomáticas -, que são consideradas adaptações a ambientes úmidos (SOLEREDER, 1908; ESAU, 1974; CANTINO, 1990).

No caso dos estômatos elevados, encontrados em folhas, sua presença pode-se atribuir provavelmente a elevada frequência de tricomas tectores, que formam uma atmosfera úmida na região onde se encontram os estômatos. Entretanto, a presença destes estômatos no caule, onde os tricomas são escassos, não permite tal interpretação.

#### 4.2.4. Caracteres Estruturais e Taxonômicos de *Aloysia hatschbachii*

KAUSHAL & TRIPATHI (1984) analisaram 16 táxons da família Verbenaceae e elegeram alguns caracteres sobre a epiderme, que podem ser relevantes para a taxonomia desta família. Estes caracteres são discutidos a seguir, e são comparados com os resultados alcançados para *Aloysia hatschbachii*.

Em geral, as paredes das células epidérmicas das folhas de Verbenaceae estudadas são retas e a natureza das paredes pode ser similar ou não nas duas superfícies. Existe uma variação mínima dentro da mesma espécie. Entretanto, estes caracteres que são diferentes entre as espécies, possibilitaram o agrupamento dos 16 táxons em cinco categorias, dependendo do padrão das duas faces e se esses exibem o mesmo padrão ou não

nas duas. O estudo da folha de *Aloysia hatschbachii* por sua vez exibiu padrões bem distintos entre as duas epidermes foliares, além da presença da camada subepidérmica na face adaxial, que pode ser também de natureza epidérmica constituindo epiderme adaxial bisseriada no metafilo.

Os estômatos das espécies analisadas são predominantemente anomocíticos, como observada para *Aloysia hatschbachii*.

Segundo KAUSHAL & TRIPATHI (1984) os tricomas são de dois tipos - não-glandulares e glandulares -, e estão presentes em quase todos os táxons examinados por eles. O número máximo de células em tricomas não-glandulares é de dezesseis em *Clerodendrum fragrans*, mas na maioria dos táxons estudados por eles apresentam duas ou três células. Os tricomas glandulares, com ápice distinto do pedicelo, estão presentes em todos os táxons exceto em *Lippia nodiflora*. O número de células na porção secretora varia de uma a oito e a forma do ápice pode ser característica para vários táxons. *Aloysia hatschbachii*, no presente estudo, apresenta ápice com formato vesiculoso, unicelular (metafilo), característica marcante que poderia ser analisada em comparação a outras espécies do gênero ou família. De acordo ainda com aqueles autores há uma enorme variabilidade entre os táxons quanto ao tamanho e forma dos tricomas tanto glandulares como não-glandulares, o que enfatiza sua importância na taxonomia de Verbenaceae.

Há uma grande variação intragenérica quanto a presença ou ausência de tricomas unicelulares nas Lamiales, mas essa variação é muito maior para os tricomas unisseriados (CANTINO, 1990). A raridade dos tricomas multicelulares nas folhas de



Verbenoideae também foi notada por EL-GAZZAR (1974). No presente trabalho foram encontrados em *Aloysia hatschbachii* tricomas não-glandulares pluricelulares, o que pode representar característica marcante da espécie.

MATHEW & SHAH (1987) por outro lado, notaram a presença de esclerênquima perivascular no pecíolo em alguns poucos táxons - entre 35 táxons de Verbenaceae estudados -, que também podem ser utilizados como caráter taxonômico. Os autores consideram também que o padrão de vascularização do pecíolo é específico para alguns táxons e pode ser utilizado na diferenciação taxonômica. Com referência a *Aloysia hatschbachii* observa-se esclerênquima perivascular na porção distal do pecíolo.

## QUADRO COMPARATIVO DAS CARACTERÍSTICAS DO COTILÉDONE.

## PROTOFILO E METAFILO

CARÁTER	COTILÉDONE	PROTOFILO	METAFILO
ESTRUTURAS DOS TRICOMAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- glandulares pluricelulares com ápice bicelular e pedicelo longo; e com ápice unicelular, pedicelo curto, ambos com porção apical arredondada, ocorrem em ambas as faces; o segundo tipo com maior frequência.</li> <li>- tectores bicelulares com ornamentações verrucosa, célula basal arredondada, volumosa e apical longa e afilada, não há cystólitos, presentes em ambas as faces, mais frequentes na adaxial.</li> </ul>	<p>Face abaxial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- glandulares pluricelulares com porção secretora unicelular, pedicelo curto não inserido entre células epidérmicas; e com porção secretora bicelular, pedicelo longo (raros), ambos com ápice arredondado.</li> </ul> <p>Face adaxial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- glandular com ápice bicelular (raros); e com ápice unicelular mas pedicelo inserido entre células epidérmicas.</li> <li>- tectores longos, bicelulares, porção basal arredondada e apical aguda, sem cystólitos, paredes ornamentadas, presentes em ambas as faces.</li> </ul>	<p>Face adaxial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- glandulares pluricelulares, porção secretora vesiculosa, unicelular, pedicelo curto inserido entre células epidérmicas.</li> <li>- tectores bicelulares, com célula basal arredondada contendo cystólito, e célula apical cônica, paredes ornamentadas.</li> </ul> <p>Face abaxial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tectores longos, afilados desde a porção basal, bicelulares, raros pluricelulares, sem cystólitos, com ornamentação verrucosa.</li> <li>- glandulares pluricelulares, ápice vesiculoso, unicelular, pedicelo longo acima do nível das células epidérmicas.</li> </ul>
PAREDES ANTICLINAIS DAS CÉLULAS EPIDÉRMICAS	- ambas as faces sinuosas.	- ambas as faces sinuosas.	- ambas as faces retas e curvas.
COMPLEXO ESTOMÁTICO	- anomocítico anfiestomático.	- anomocítico anfiestomático.	- anomocítico hipoestomático.
VENAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pinada, camptódromo cladódromo.</li> <li>- presença de pseudo-nervuras secundárias.</li> <li>- disposição das nervuras secundárias alterna e oposta.</li> <li>- ângulo de diver-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pinado, camptódromo broquidódromo.</li> <li>- poucas nervuras secundárias.</li> <li>- disposição das nervuras pseudo-sekundárias mais ou menos alterna.</li> <li>- ângulo de diver-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pinado camptódromo broquidódromo.</li> <li>- presença de nervuras secundárias.</li> <li>- nervuras pseudo-sekundárias.</li> <li>- disposição das nervuras secundárias alternas.</li> </ul>



	<p>gência das nervuras secundárias agudo, com trajeto curvo ascendente, partindo da base da folha, não atingindo as margens.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nervuras laterais de segunda ordem curvas a retas, dispostas em vários sentidos.</li> <li>- presença de estômatos sobre ambas as faces da nervura central.</li> <li>- ausência de nervura marginal.</li> </ul>	<p>gência das nervuras secundárias agudo, com trajeto curvo na porção basal e mais aberto no terço médio e apical não atingindo as margens.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nervuras laterais de segunda ordem curvas a retas, dispostas em vários sentidos em relação às nervuras laterais de primeira ordem.</li> <li>- acompanhando os traqueídeos, bainha de células parenquimáticas alongadas, contendo amido.</li> <li>- presença de estômatos em ambas as faces da nervura principal.</li> <li>- presença de nervura marginal em quase toda extensão da folha.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ângulo de divergência das nervuras secundárias agudo com trajeto curvo ascendente da porção basal a apical não atingindo as margens.</li> <li>- nervuras laterais de segunda ordem a maioria retas com disposição oblíqua constante em relação às nervuras laterais de primeira ordem.</li> <li>- acompanhando os traqueídeos, bainha de células parenquimáticas arredondadas sem amido.</li> <li>- presença de nervura marginal em quase toda extensão da folha.</li> </ul>
Estrutura do mesofilo	<p>Heterogêneo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- uma ou duas camadas de parênquima paliçádico contendo amido e cloroplastos.</li> <li>- mais ou menos quatro camadas de parênquima lacunoso com amplas lacunas, presença de amido e cloroplastos em abundância.</li> </ul>	<p>Heterogêneo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mesma estrutura cotiledonar, porém menor proporção de amido e lacunas menores.</li> </ul>	<p>Heterogêneo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dois a três estratos de parênquima paliçádico com cloroplastos.</li> <li>- mais ou menos três estratos de parênquima lacunoso, poucos cloroplastos, com lacunas.</li> <li>- ausência de amido.</li> </ul>

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANCIBOR, H. Estudio anatomico de la vegetación de la puna de Jujuy. **Physis**, Buenos Aires, sección C, **41** (100): 107-114, 1982.
- BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. São Paulo : EDUSP, 1991. vol. 1.
- BERLYN, G. P. & MIKSCHE, J. P. **Botanical microtechnique and citochemistry**. Iowa : Iowa State University Press, 1976.
- BISSING, D. R. Haupt's adhesive mixed with formalin for affixing paraffin sections to slides. **Stain Technol.**, Baltimore, **49**, (2): 439-463, 1974.
- BOTTA, S. M. Las especies argentinas del género *Aloysia* (Verbenaceae). **Darwiniana**, **22**, (1-3): 67-108, set. 1979.
- BUCHERL, W. **Técnica microscópica**. 3 ed. São Paulo : Polígono, 1962.
- CANTINO, P. D. The phylogenetic significance of stomata and trichomes in the Labiatae and Verbenaceae. **Journal of the Arnold Arboretum**, Ohio, (71): 323-370, Jul. 1990.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York : Columbia University, 1981.
- EL-GAZZAR, A. Numerical taxonomy of the Verbenaceae : a reassessment. **Egypt. J. Bot.**, **17**, (1): 69-83, 1974.
- ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo : Edgar Blucher, 1974.
- EXLEY, R. B. et al. Preparation of wood specimens for the scanning electron microscope. **J. Microsc.**, **101**: 21-30, 1974.
- FAHN, A. **Plant anatomy**. Oxford : Pergamon Press, 1990.
- FELIPE, G. M. & ALENCASTRO, F. M. M. R. de. Contribuição ao estudo da nervação foliar das Compositae dos cerrados: I - Tribus *Helenieae*, *Heliantheae*, *Inuleae*, *Mutiseae* e *Senecionae*. **An. Acad. Bras. Cienc.**, **38**: 125-157, dez. 1966. (Suplemento).



- FONT-QUER, P. **Dicionário de botânica**. Barcelona : Labor, 1965.
- FOSTER, A. S. **Practical plant anatomy**. New York : Van Nostrand, 1949.
- FRANKLIN, G. L. A rapid method of softening wood for microtome sectioning. **Austr. J. Bot.**, East Melbourne, **33**: 393-408, 1946.
- GOMES, A. et al. Perforation plates in vessels of *Citharexylum myrianthum* Cham. (Verbenaceae). **IAWA Bulletin**, **10**, (1): 27-34, 1989.
- HICKEY, L. J. Classification of the architecture of Dicotyledonous leaves. **Amer. J. Bot.**, Columbus, **60**, (1): 17-33, 1973.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York : McGraw Hill, 1940.
- JOLY, A. B. **Botânica** : introdução à taxonomia vegetal. 7 ed. São Paulo : Nacional, 1985.
- KAUSHAL, P. S. & TRIPATHI, A. Studies on the foliar epidermis, stomatal patterns and floral trichomes in some Verbenaceae. **Research Bulletin (Science) of the Panjab University**. Chandigarh, v. 35, n. 3-4, parts III-IV, p. 45-56, dec. 1984.
- KLEIN, R. M. & HATSCHBACH, G. Fitofisionomia e notas complementares sobre o mapa fitogeográfico de Quêro-Quêro. Paraná. **Bol. Par. Geo.** (28/29): 88-159. 1970/71.
- MAACK, R. Notas preeliminares sobre clima, solos e vegetação do Estado do Paraná. **Arq. Biol. Tecnol.** (3): 103-200, 1948.
- MATHEW, L. & SHAH, G. L. Anatomical contributions to the taxonomy of some Verbenaceae : peciôle. **Proc. India Acad. Sci.** **97** (3): 235-246, jun. 1987.
- METCALFE, C. R. & CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**. Oxford : Clarendon Press, 1950. Vol. 2.
- MOLDENKE, H. N. Seven more novelties in the Euriocaulaceae and Verbenaceae. **Phytologia**, **18**: 341, 1969.
- MUNIZ, G. I. B. **Descrição da estrutura e ultraestrutura da madeira de cinco espécies de Prosopis da Argentina e análise da metodologia**. Curitiba, 1986. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- OLIVEIRA, F. & AKISSUE, G. **Fundamentos de farmacobotânica**. São Paulo : Ateneu, 1989.

- RIMPLER, H. & SAUERBIER, H. Iridoid glucosides as taxonomic marks in the genera *Lantana*, *Lippia*, and *Aloysia* and *Phyla*. **Biochemical Systematics and Ecology**, **14**, (3): 307-310, 1986.
- RITCHER, H. G. & BURGER, L. M. **Anatomia da madeira**. 2 ed. Curitiba : UFPr, 1978.
- ROESER, K. R. Die nadel der Schwarzkiefermassenprodukt und kunstwerk der natur. **Mikrokosmos**, **61**, (2): 33-36, 1962.
- SASS, J. E. **Botanical microtechnique**. Iowa : The Iowa State College Press, 1951.
- SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons**. Oxford : Clarendon Press, 1908. Vol 1-2.
- STEVENS, W. C. **Plant anatomy**. London : J. & A. Churchill, 1916.